الجمهورية العراقية
وزارة الصحة
الهيئة العامة
للتعليم والتدريب الصحي



مبادئ الفسلجة البشرية

مقرر تدريسه في معاهد المهن الصحية العالية

تأليف
جي . اج . كرين

ترجمة
ظافر ابراهيم الياسين

الطبعة الثالثة

وزارة الصحة
الهيئة العامة للتعليم والتدريب الصحي

مبادئ الفسلجة السريرية

مقرر تدريس في معاهد المهن الصحية العالية

تأليف
جي . اج . كرين

ترجمة
ظافر ابراهيم الياسين
كلية الطب ـ جامعة بغداد

Translation of Basic Clinical Physiology (2 nd edition)
is published by arrangement with the
oxford University Press

الطبعة الثالثة ١٤٠٣هـ ـ ١٩٨٣م

دار الحرية للطباعة ـ بغداد

محتوى الكتـــاب

صفحة

١ ـ مقدمـــــــــة

علم الفسلجة (Physiology) هو دراسة كيفية عمل الجسم . وفي معناه الاعم والاشمل فان علم الفسلجة يعنى بالملكتين الحيوانيـــة والنباتية . غير اننا في هذا الكتاب سنقتصر على ما يخص الانسـان فقط .

وعلم الفسلجة علم تجريبي ، اي انه يعتمـــد على التجـارب وتستحصل المعلومات حيثما امكن ، بعمل قياسات موضوعية ، وعليه فانه على الرغم من ان وضع اليد على حاجب الشخص قد تدل على انهُ محموم ، الا ان المحرار هو الذي سيؤكد ذلك بقياس درجة حرارة المريض .

ان هذا الكتاب هو بشان شخص فرضي ، يمثل معدل الكل ، لمعرفة كيفية عمل جسمه والقيم العددية المعطاة للثوابت الفسلجية لهذا الشخص القياسي ، ستعمل كدليل للقيم المتوقعة لاي فرد طبيعي .

يتكون جسم الانسـان من خلايا متجمعة مع بعضها البعض على شكل اعضاء مختلفة . ومجموع هذه الاعضاء تكون اجهزة وظائف الجسم وعليه فان القلب ، والاوعية الدموية والدم تكون الجهـاز القلبي الوعائي (Cardiovascular System) ، وان الرئتين والمجاري الهوائية والعضلات التنفسية تشكل الجهاز التنفسي (Respiratory) .
اما الجهاز الهضمي (Digestive System) فانه يحـــول الاغذيـة المأخوذة عن طريق الفم الى شكل بسيط مناسب للنمو ولاصلاح الانسجة التالفة وانتاج الحرارة والطاقة ، وتطرح الفضلات من الجسم عن طريق الجهاز البولي (Urinary System) . وهذا الجهـــاز يتـكون من الكليتين اللتين تكونان البول ، حيث يمر من خلال الحالبين الى المثانة . وبعد فترة خزن وقتية فان هذه الفضلات تطرح خارجا مذابة في الماء عن طريق الاحليل كبول .

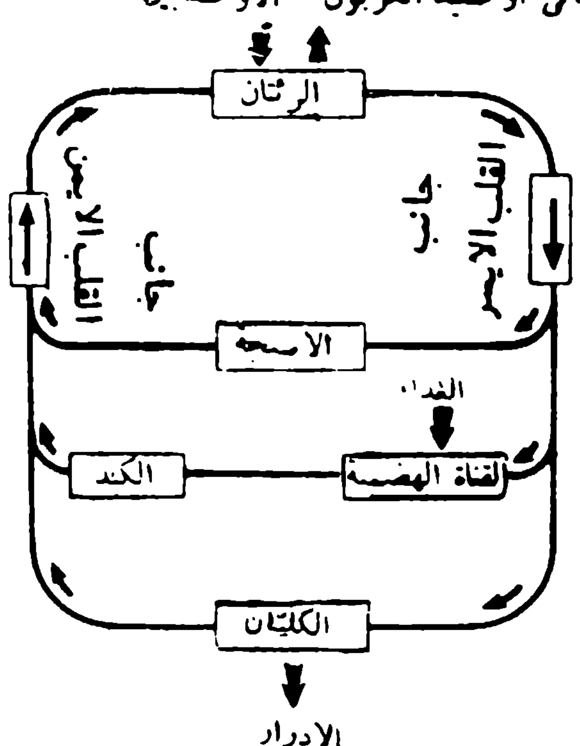
تسيطر على وظائف الجسم اجهزة سيطرة (Control System) تتكون من قسمين : فالغدد الصماء تنتـج الهورمونات (Hormones) او الرسل الكيمياوية والتي تدور في الدم لتؤثر في عضو بعيد في الجسم ، بينما ينقل الجهاز العصبي المعلـــومات عــن طريـــق الاعصـــاب على شكل نبضات عصبيــــة . ان الجهـــاز العصبـــي المحيطـــي (Peripheral Nervous System) يكون عادة تحت سيطــــرة الجهاز العصبي المركـــــزي (Central Nervous System) والذي يتكون من الدماغ والحبل الشوكي . ويبقى الجسم دوما على معرفة

بمحيطه الخارجي عن طريق الاعضاء الخاصة للرؤية والشم والسمع والتذوق .

الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular System

ان الجهاز الاول الذي سنتناول دراسته هو جهاز الدوران . وهو الجهاز الناقل في الجسم (شكل ١) يحمل الاوكسجين وينقله من الرئتين الى الانسجة المختلفة في الجسم ، ويحمل ثاني اوكسيد الكربون لينقله من الانسجة المختلفة الى الرئتين كي يمكن التخلص منه في هواء





شكل ـ١ـ يشكل الجهاز القلبى الوعائى الجهاز الناقل في الجسم .
فهو يحمل :
١ ـ الاوكسجين وثانى اكسيد الكربون .
٢ ـ الغذاء .
٣ ـ الفضلات الى الكلية لابرازها في البول .
٤ ـ الهرمونات .
٥ ـ الحرارة .

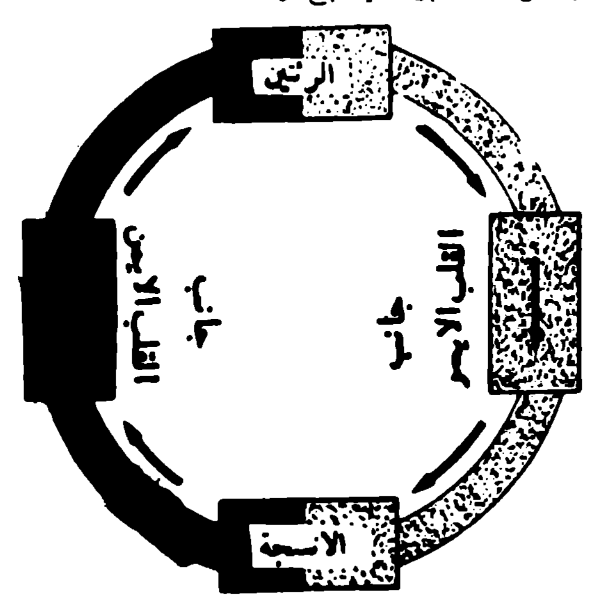
الزفير ، ويحمل الاغذية المختلفة بعد تحويلها الى شكل مبسط وينقلها من القناة الهضمية الى خلايا الجسم لتستخلص ما تحتاجه من هذه المواد الغذائية للنمو وللطاقة . وعليه فانه عندما يقل تجهيز الدم لجزء من اجزاء الجسم فان عملية اعادة اعمار النسيج التالف في هذا الجزء ستتاخر . وهو ايضا ينقل الفضلات من الخلايا المختلفة في انحاء الجسم الى الكليتين كي تتخلص منها في البول . وهو ينقل الهورمونات من الغدد الصماء الى الاعضاء المختلفة في الجسم . واخيرا فانه يحمل الحرارة من الاجزاء المولدة لها لينقلها الى الجلد كي يتخلص عن طريقه مما هو زائد عن حاجته .

٢ ـ القلب كمضخة

(THE HEART AS A PUMP)

ان القلب هو المضخة التي تدير الدم في جسم الانسان . وفي الواقع فانه يتكون من مضختين . فالجانب الأيسر من القلب يضخ الدم الواصل من الرئتين الى الانسجة ، والجانب الايمن منه يضخ الدم العائد من الانسجة الى الرئتين (شكل ٢)

ان الدم الواصل الى الجانب الايسر من القلب يكون ذو لون احمر قان لتشبعه بالاوكسجين اثناء مروره بالرئتين (شكل ٢) وهو من ثم يضخ من الجانب الايسر من القلب الى الشريان الابهر حيث ينتقل الى الشعريات الدموية عن طريق مجموعة الشرايين والشرينات **(Arterioles)** وعندما يمر الدم في الاوعية الشعرية للانسجة فانه يفقد ما به من اوكسجين ويصبح لونه ازرقا قاتما . وهذا الدم القاتم



شكل ـ٢ـ دوران الدم . تبين المنطقة الخفيفة التظليل الدم الاوكسجيني وهو يضخ بواسطة الجانب الايسر للقلب من الرئتين الى الانسجة . وتبين المنطقة الداكنة التظليل الدم المزال اوكسجينه جزئيا وهو يعود عن طريق الاوردة ، ويضخ بواسطة الجانب الايمن للقلب الى الرئتين .

يعود الى الجانب الايمن من القلب والذي يضخه الى الرئتين من خلال الشريان الرئوي وفي الرئتين تأخذ الدم الاوكسجين ويتغير لونه مرة اخرى الى اللون الاحمر القاني ليعود بعد ذلك الى الجهة اليسرى من القلب بواسطة الاوردة الرئوية

ان كل جانب من جانبي القلب يتكون من مخدعين هما الاذينان والبطينان (شكل ٣) وتلعب البطينان الدور الرئيسي في عملية دوران الدم. ان كل بطين يضخ ما يقرب من ٧٠ سم٣ من الدم في كل ضربة من ضربات القلب، وهذا الحجم من الدم يطلق عليه حجم الدفعة



شكل ـ٣ـ صمامات القلب يعود الدم الى القلب عن طريق الوريد الاجوف الاعلى والوريد الاجوف الاسفل حيث يدخل الاذين الايمن (٧) ويمر من خلال الصمام الثلاثي الشرف (٤) الى البطين الايمن (٦) . ثم يضخ الدم بواسطة البطين الايمن من خلال الصمام الرئوي (٣) الى الشريان الرئوي . ان الدم العائد عن طريق الاوردة الرئوية الاربعة (الاسهم) الى الاذين الايسر (٨) يمر من خلال الصمام التاجي (١) الى البطين الايسر (٥) ومن ثم يضخ البطين الايسر الدم خارجا من خلال صمام الابهر (٢) الى الابهر

وان القلب يضرب حوالي ٧٠ مرة في الدقيقة وهذه الضربات تسمى بسرعة القلب (Heart Rate) .

ان حاصل ضرب الرقمين السابقين ببعضهما ينتج حجم الدم المضخ من قبل كل بطين في الدقيقة والذي يسمى بالطرح القلبي (Cardiac Output) . ففي اثناء الراحة فان كل بطين يضخ ٧٠×٧٠سم٣ من الدم في الدقيقة وهذا ما يساوى الى ٤٩٠٠سم٣ في الدقيقة اي حوالي خمسة التار من الدم في الدقيقة .

وحيث ان الطرح القلبي يساوى لسرعة القلب مضروبة بحجم الضربة فعليه يمكن تمثيله بالمعادلة التالية :

الطرح القلبي = سرعة القلب × حجم الضربة

يحتوي الجسم على خمسة التار من الدم ، وحيث ان الطرح القلبي لكل بطين هو خمسة التار تقريبا في الدقيقة ، فذلك يعني ان كل الدم الذي يحويه الجسم يدور بمعدل مرة واحدة في كل دقيقة . وفي الواقع فان بعض الدم قد يدور باسرع من ذلك وبعضه قد يدور بابطأ منه . ولكنه في المتوسط ، فان الكرية الحمراء تحتاج الى دقيقة واحدة كي تخرج من البطين الايسر وتمر عبر الشرايين الى الانسجة ومنها الى البطين الايمن عبر الاوردة ومن ثم الى الرئتين عبر الشريان الرئوي لتعود بعدها الى البطين الايسر عبر الاوردة الرئوية والاذين الايسر وفي التمارين فان سرعة ضربات القلب وحجم الضربة يزدادان معا ، وكنتيجة لذلك فان الطرح القلبي يكون اعلى مما هو عليه اثناء الراحة . وكمثال لذلك فانه قد تزداد سرعة القلب في التمارين العنيفة الى ١٥٠ ضربة في الدقيقة ويزداد حجم الضربة الى ٢٠٠سم٣ في الضربة الواحدة ويصبح الطرح القلبي انذاك ٢٠٠×١٥٠=٣٠ لترا في الدقيقة .

نلاحظ مما سبق ان خمسة التار فقط من الدم في الجسم كونت طرحا قلبيا مقداره ٣٠ لترا من الدم في الدقيقة وهذا يعني ان نفس كمية الدم قد دارت في الجسم كله ست مرات في كل دقيقة .

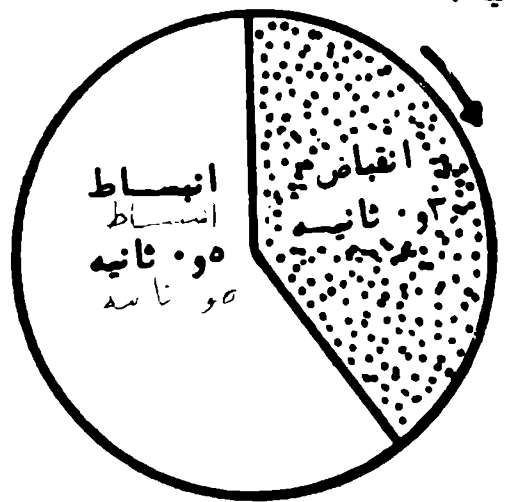
الــدورة القلبيــة

CARDIAC CYCLE

ان طور التقلص لمخدع واحد من مخادع القلب يسمى بالانقباض (Systole) وطور ارتخائه يسمى بالانبساط (Diastole) .

ان الانقباض البطيني اثناء الراحة يستمر لفترة ٣ر. من الثانية . اما الانبساط البطيني فيكون اطول حيث يستمر لفترة ٥ر. من الثانية

(شكل ٤) . ويعقب الانبساط انقباض وبعده انبساط وهكذا . وتسلسل انقباض واحد متبوع بانبساط واحد يسمى بالدورة القلبية وتستغرق مدة ٨و٠ من الثانية .



شكل -٤- الدورة القلبية . يدوم الانقباض ٣و٠ من الثانية ، ويدوم الانبساط ٥و٠ من الثانية اي بمجموع مقداره ٨و٠ من الثانية للدورة الكاملة . وكل انقباض يتبعه انبساط ، ويتبع هذا انقباض اخر وهكذا .

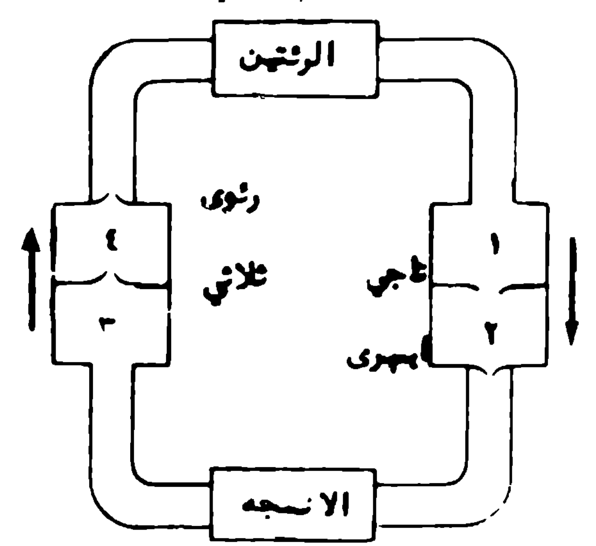
وخلافا للعضلة الهيكلية ، فانه ليست للعضلة القلبية فترات راحة طويلة وعليها ان تستمر في فعالياتها طوال حياة الشخص وان فترة الراحة الوحيدة لها تكون اثناء الانبساط وعندما تزداد سرعة القلب ، كما هي الحال اثناء التمارين والاثارات العاطفية ، فان الدورة القلبية باكملها تتم حينذاك بوقت اقصر وهذا القصر في الفترة الزمنية للدورة القلبية يكون غالبا على حساب الانبساط اي فترة راحة القلب لذلك فان استمرار القلب على الضرب بسرعة يقلل من الزمن الكلي اللازم للانبساط .

وهناك اختلافات واسعة في سرعة القلب اثناء الراحة عند الشبان البالغين صحيحي الاجسام فقد تكون السرعة واطئة الى حد ٤٠ ضربة في الدقيقة او قد تكون عالية لدرجة تصل معها سرعة القلب الى ٩٠ ضربة في الدقيقة وبالتمارين والاثارات العاطفية فان سرعة القلب تزداد الى حد اقصى مقداره ٢١٠ ضربة في الدقيقة ويقل هذا الرقم الى ١٦٠ ضربة في الدقيقة عندما يبلغ المرء منتصف العمر وسنشرح العوامل المنظمة لسرعة القلب في فصل قادم من هذا الكتاب .

صمامات القلب
HEART VALVES

لكل بطين صمام كمدخل له ، واخر كمخرج له (شكل ٥) . ويسمى الصمامان الواقعان في مدخل البطينين بالصمامين الاذينية البطينية (Atrioventricular Valves) ويعرف الصمام الواقع في الجانب الايسر ايضا بالصمام التاجي (Mitral Valve) بينما يعرف الصمام الواقع في الجانب الايمن بالصمام الثلاثي الشرف (Tricuspid Valve) فالصمام التاجي له شرفتان بينما للصمام الثلاثي الشرف ثلاثة شرف

ولصمامي المخرج ثلاثة شرف ويعرفان بالصمامين النصف هلالية (Semilunar Valve) ويسمى الصمام الواقع في الجانب الايسر من القلب ايضا بالصمام الابهر (Aortic Valve) بينما الصمام الذي في الجانب الايمن منه يسمى بالصمام الرئوي (Pulmonary Valve)



شكل ـ٥ـ صمامات القلب . يدور الدم نتيجة تقلص البطينان . ولكل بطين صمام كمدخل له واخر كمخرج له . (انظر ايضا شكل ٣) .
(١) = اذين ايسر (٢) = بطين ايسر (٣) = اذين ايمن (٤) بطين ايمن .
(تاجي) = صمام تاجي . (ابهري) = صمام ابهري . (رئوي) = صمام رئوي . (ثلاثي) = صمام ثلاثي .

ان للصمامات القلبية تراكيب تسمح بمرور الدم في اتجاه واحد فقط وهي تنغلق عندما يحاول الدم السير في الاتجاه المضاد وليست للصمامات القلبية اية انسجة عضلية ، ولذلك فانه بالامكان استبدال الصمامات المريضة باخرى طبيعية او اصطناعية .

عند بداية الانقباض البطيني **(Ventricular Systole)** ينغلق الصمامان الاذينية البطينية وبعدها بقليل ينفتح الصمامان النصف هلالية . وفي نهاية الانقباض البطيني ينغلق الصمامان النصف هلالية ويتبع انغلاقهما بقليل انفتاح الصمامين الاذينية والبطينية .

اصوات القلب

HEART SOUNDS

يرافق انسداد الصمام التاجي والصمام الثلاثي الشرف صوت يمكن سماعه بوضع اذن الشخص على الصدر او باستعمال السماعة . ويسمى هذا الصوت بالصوت الاول للقلب **(First Heart Sound)** ويشبه هذا الصوت الكلمة (لب) **(Lub)** وهو يعين بداية الانقباض البطيني .

اما الصوت الثاني للقلب فينشأ من انسداد الصمامين النصف الهلالية (الابهر والرئوي) والذي يشبه الكلمة (دب) **(Dup)** . وهذا يعين نهاية الانقباض البطيني وبداية الانبساط البطيني (شكل ٦)

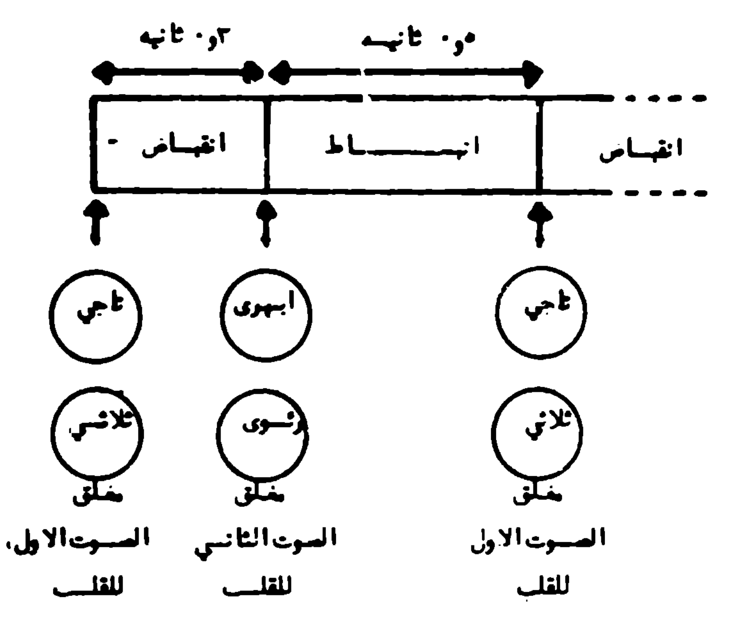
وحيث ان الفترة الزمنية بين انغلاق الصمامين الاذينية البطينية (الصوت الاول للقلب) وانغلاق الصمامين النصف هلالية (الصوت الثاني للقلب) ، اقل من الفترة الزمنية لانغلاق الصمامين النصف هلالية وانغلاق الصمامين الاذينية البطينية التي تليها ، لذا نرى لضربات القلب رتابة تسمع كالتالي (لب ــ دب ــ فاصلة لب ــ دب ــ فاصلة ــ لب ــ دب فاصلة ــ لب . . .)

(lup - dup - pause - lup - dup pause - lup ...)

اي (١ــ٢ــ فاصلة ــ١ــ٢ــ فاصلة . . . .)

ان اصوات القلب المسموعة تمكن من توقيت الحوادث في الدورة القلبية . اذ ان اي حادث يقع في الفترة الزمنية الواقعة بين الصوتين الاول والثاني فانه يحدث اثناء الانقباض . وان اي حادث يقع بين الصوت الثاني والصوت الاول الذي يليه فانه يحدث اثناء الانبساط

وعندما تزداد سرعة القلب وتقصر فترة الانبساط ، فانه عند ذلك



شكل ــ٦ــ اصوات القلب : في بداية الانقباض ينغلق الصمامان التاجي والثلاثي الشرف . وهذا ما يعطى الصوت الاول للقلب . وفي نهاية الانقباض ، ينغلق الصمامان الابهري والرئوي . وهذا ما يعطى الصوت الثاني للقلب . ويحدث الانقباض بين الصوت الاول للقلب والصوت الثاني له ، بينما يحدث الانبساط بين الصوت الثاني للقلب والصوت الاول الذي يليه .

تفقد رتابة الصوت الخاص (لب ــ دب ــ لب ــ دب ــ لب ــ دب) وقد تحل محله اصوات تظهر بفترات منتظمة معطية رتابة خاصة اشبــه بالكلمات (تب ــ تب ــ تب ــ تب) **(Tup - tup - tup)** وفي مثل هذه الحالة فانه يكون من الصعب جدا عند الاستماع لاصوات القلب التمييز بين الصوتين الاول والثاني . وعند حدوث مثل هذه الوضعية فانه يجس النبض السباتي **(Carotid Pulse)** حيث يتوافق حدوث النبض مع الصوت الاول للقلب.

وعند ازدياد سرعة القلب لدرجة كبيرة كما في حالة التمارين العنيفة، فان الانبســاط قد يكون اقصر من الانقباض ولذا فان رتابــة الصـــوت المسموع تنعكس وتصبح كالتالي :

(دب ــ لب ــ فاصلة ــ دب ــ لب ــ فاصلة)

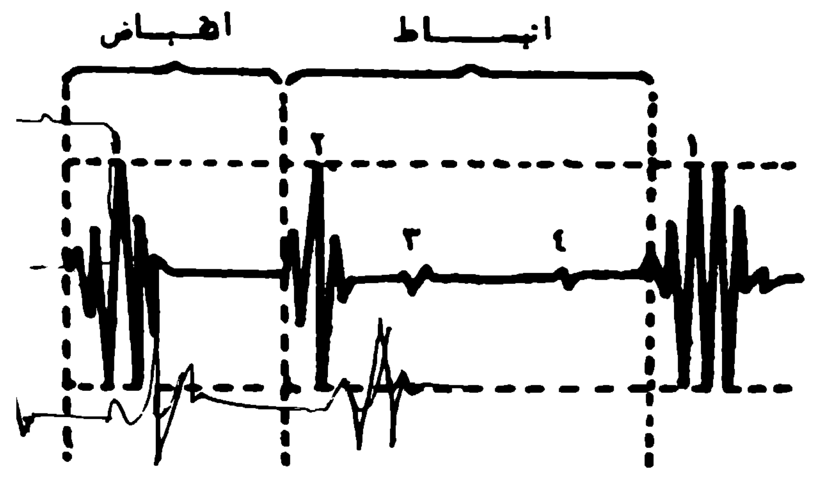
(dup - lup pause - dup - lup pause)

اي (٢ــ١ــ فاصلة ــ٢ــ١ــ فاصلة)

تسجيل اصوات القلب

PYONOCARDIOGRAPHY

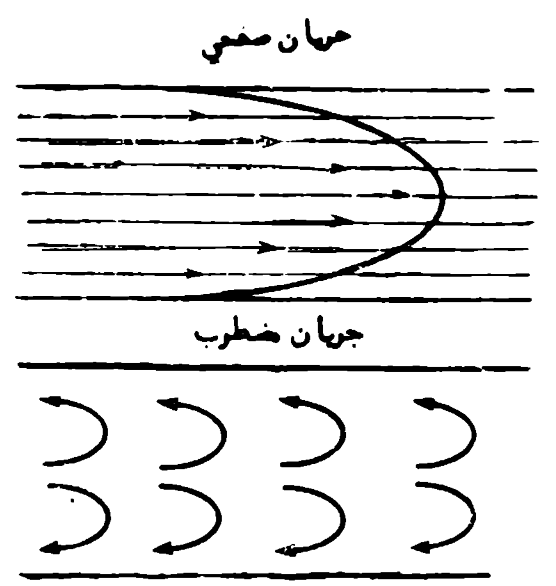
باستعمال جهاز لاقط يثبت على الصدر فانه يمكن تسجيل اصوات القلب على شكل مخطط ويسمى هذا الجهاز بجهاز تسجيل اصوات القلب (Phonocardiogram) (شكل ٧) وعلى مثل هذا التخطيط يمكن ملاحظة صوتين اضافيين هما الصوت الثالث والذي يمثل اندفاع الدم الى البطينين اثناء بداية الانبساط ، والصوت الرابع الذي يمثل الانقباض الاذيني والذي يحدث قبل الصوت الاول بفترة وجيزة .



شكل –٧– تسجيل اصوات القلب . تسجل اصوات القلب باستعمال جهاز لاقط يثبت على الصدر . وينتج الصوت الاول للقلب عن انغلاق الصمامين التاجي والثلاثي الشرف . اما الصوت الثاني للقلب فينتج عن انغلاق الصمامين الابهر والرئوي . واضافة لذلك فانه يمكن تسجيل صوتا ثالثا ورابعا للقلب .

جريان الدم الصامت (Silent blood flow)

عند جريان الدم داخل وعاء دموي ، فان جريانه يكون عادة بشكل صفحي او طبقي (Laminar) (شكل ٨ القسم العلوي) وتجري الطبقات الخارجية والقريبة من جدار الوعاء الدموي ببطىء شديد وتزداد سرعة جريان هذه الطبقات تدريجيا كلما قربت من مركز الوعاء الدموي ، حتى تصل السرعة اقصاها في وسط الوعاء الدموي . والدم الجاري في الوسط ينزلق انزلاقا بالنسبة للطبقة التي تليها وهكذا حتى



شكل ـ٨ـ الاعلى . يكون جريان الدم في الوعاء الدموي طبقيا . وهذا النوع من الجريان يكون صامتا .
الاسفل . وعندما يجري الدم بسرعة عالية من خلال تضيق في الدورة الدموية يكون جريانه عندئذ مضطربا . وينتج عن هذا اهتزازات يمكن سمعها او جسها .

حافة جدار الوعاء الدموي ولذلك يسمى مثل هذا الجريان بالجريان الصفحي او الطبقي اي على شكل صفائح او طبقات ومثل هذا الجريان للدم لا يحدث صوتا مسموعا اي انه يكون صامتا فلذلك لا يمكن سماع أي صوت للدم الجاري خلال الشريان الكعبري . ويمكن التأكد من ذلك بتقريب الرسغ قريبا من الاذن حيث لا نسمع اي صوت حتى ولو استعملنا السماعة لذلك الغرض

جريان الدم الصاخب (Noisy blood flow)

واذا ما ازدادت سرعة جريان الدم عن حد معين اويعرف برقم رينولدز (Reynolds number)، فانه تحدث تيارات متعاكسة وعندها يتوقف الدم عن سيره الصفحي او الطبقي داخل الوعاء الدموي ويصبح جريانه حينذاك مضطربا ويبدأ جدار الوعاء الدموي بالتذبذب محدثا صوتا واضحا يمكن سماعه ويمكن حدوث مثل هذا الاضطراب في جريان الدم عند وجود انسداد جزئي في مجرى الدم وذلك لان سرعة جريانه بعد اجتيازه لمنطقة الانسداد تكون عالية ويستفاد من هذه الظاهرة في قياس ضغط الدم بطريقة اصوات كوروتكوف **(Korotkov Sounds)** .

نفخـــات القلـــب

HAERT MURMURS

يكون جريان الدم في القلب في الحالات الطبيعية صامتا ولكنه اذا ما حدث ان فشل احد الصمامات القلبية في الانفتاح بصورة تامة فانه سيكون كانسداد جزئي . وتزداد عند ذلك سرعة جريان الدم عند اجتيازه الفتحة الضيقة وهذا ما يؤدي الى حدوث اضطراب فيه واصـــوات وذبذبات في الصدر وتسمى هذه الاصـــوات بنفخـــات القلـــــب (Heart Murmurs) والتي يمكن سماعها عند جـــــدار الصـــدر بالسماعة .

وقد لا تسمع هذه الاصوات ان كان ترداد الذبذبات واطئا ، ولكنها يمكن تحسـسها عند وضع اليد على جدار الصدر . وتسمى هذه الذبذبات المحسوسة «هرير القلب» (Heart Thrills)

ويطلق على الحالة التي يكون فيها الصمام ضيقا ولا ينفتح بصورة كاملة بحالة «التضيق» (Stenosis)

وقد يكون الســبب في حدوث حالة نفخات القلب عدم قابلية احـد الصمامات على الانغلاق بصورة تامة تاركا بذلك فتحة صغيرة فيه يندفع منها الدم بسرعة عكس اتجاه جريانه الطبيعي وتسمى هذه الحالـــة باللاكفايـة (Incompetence) او القلس (Regurgitation)

النفخات بسبب الصمامين الابهر والرئوي

MLRMURS DUE TO THE AORTIC AND PULMONARY VALVES

ان النفخات الناتجة بسبب جريان الدم من خلال فتحة ضيقة اثناء الدوران تكون اعلى عندما تصل سرعة جريان الدم اقصاها . ولذا فان طور الدورة القلبية التي تسمع فيه هذه النفخات تعين باللحظة التي يجري فيها الدم بسرعة من خلال الانســـداد ففي حالـــة تضيـــق الابهـــر (Aortic Stenosis) فان السرعة العالية تحدث خلال الانقبـــاض البطيني ، ومن ثم فان النفخة تحدث اثناء الانقباض ولـــذا تسمى بالنفخة الانقباضية (Systolic Murmur)

اما في حالة قلس الابهر فان الدم يعود بسرعة عالية من الشريان

الابهر الى البطين الايسر اثناء الانبساط البطيني وهذا يؤدي الى حدوث نفخة انبساطية (Diastolic Murmur)

وتظهر النفخات الانقباضية في جهاز تخطيط اصوات القلب بين الصوتين الاول والثاني بينما تظهر النفخات الانبساطية بين الصوتين الثاني والاول الذي يليه .

اما النفخات التي تكون بسبب الصمام الرئوي فلها نفس توقيت النفخات التي يحدثها الصمام الابهر

نفخات القلب بسبب الصمامين التاجي والثلاثي الشرف

MURMUR DUE TO THE MITRAL AND TRICUSPID VALVES

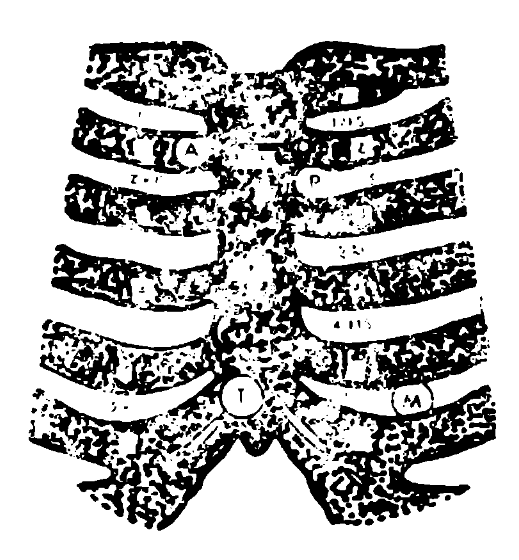
ان تضيق الصمامين التاجي والثلاثي الشرف يسبب نفخة اثناء الانبساط واذا ما كان الاذينان منقبضين وغير مرتجفين ، فان النفخة ستصل اقصاها عند طور الانقباض الاذيني في نهاية الانبساط البطيني . ولذا فان النفخة التي تكون بسبب تضيق الصمام التاجي هي نفخة انبساطية متصاعدة تبلغ اقصاها في نهاية الانبساط اما النفخة التي تكون بسبب لاكفاية الصمام التاجي (او قلس الصمام التاجي) فانها تحدث اثناء الانقباض البطيني عندما يعود قسم من الدم من خلال فتحة الصمام التاجي غير المنغلقة الى الاذين الايسر بدلا من ضخه الى الابهر . ولذا فان هذه النفخة تحدث اثناء الانقباض ويطلق عليها نفخة انقباضية .

مناطق الصمامات (Valves Areas)

الرئتان ناقلان ضعيفان للصوت ويمكن الاستماع لاصوات القلب ونفخاته عندما لا يكون هنالك نسيج رئوي فاصل بين القلب وجدار الصدر واوضح منطقة يمكن الاستماع منها للاصوات الناتجة عن انغلاق الصمامين الابهر والرئوي تقع في منطقة الاضلاع الثانية حيث يكون الشريان الرئوي قريبا من السطح الخارجي في المسافة الثانية اليسرى (شكل ٩) بينما يكون الشريان الابهر اقرب للسطح الخارجي تحت الغضروف الضلعي يمين عظم القص

ويجب الملاحظة بان المسافات الموجودة بين الاضلاع تسمى بالنسبة للضلع الذي قبلها وعليه فان المسافة الثانية تقع مباشرة تحت الضلع الثاني وبين الضلعين الثاني والثالث

ان الضلع الثاني تتصل مع عظم القص في الزاوية القصية



شكل ـ٩ـ مناطق الصمامات . مواضع الصمامات الاربعة على جدار الصدر حيث يمكن سماعها بوضوح .

(A) = صمام الابهر

(P) = الصمام الرئوي

(T) = الصمام الثلاثي الشرف

(M) = الصمام التاجي

اذا ما جس القص بتمرير الاصبع الى الاسفل على الخط الوسط ، فان الزاوية القصية (SA) سيشعر بها كحرف على بعد حوالي ٥ سنتمترات اسفل الثلمة الودجية . وهذه الزاوية القصية (زاوية لويس) هي ملتقى القبضة وعظم القص . وهي دالة مهمة ، حيث ان الضلع الثاني (الغضروف الضلعي) يتصل مع القص في هذا المستوى ، وتمكن من تعيين الضلع الثاني بدقة .

والمسافات تسمى بالنسبة الى الضلع الذي فوقها . فتقع المسافة الثانية بين الضلع الثاني والضلع الثالث . ان الصمام التاجي يسمع بوضوح في موضع ضربة القمة والتي تقع عادة في المسافة الخامسة اليسرى (5 Lis) على بعد ٦و٧ـ٩و٨ سم من الخط الوسط والذي يمثل خطا خلال منتصف الترقوة .

(Sternal Angle) والتي يمكن تحسسها كحرف يقع اسفل الثلمة الوجية (Jugular Notch) بحوالي البوصتين .

ويجب ان لا ننسى ان الصوت الثاني للقلب يكونه الصمامان الابهر والرئوي . وعند الاستماع فوق مناطق هذين الصمامين فاننا نسمع فقط الصوت الثاني للقلب .

ان الصوت الناتج عن انسداد الصمام الثلاثي الشرف والنفخات الناتجة بسببه يمكن سماعه بوضوح اكثر على الحافات السفلى من عظم القص في الجانب الايمن من منطقة الغضروف الضلعي السادس .

ضربة القمة (Apex Beat) :

يتارجح القلب اثناء تقلصه للامام ويصطدم بجدار الصدر في المسافة الخامسة حوالي ٣ـ٥ر٣ بوصة (٦ر٧ـ٩ر٨سم) من الخط المنصف . وفي كثير من الاشخاص فان هذا الحشر يمكن رؤيته كضربة قمة . حيث يمكن الشعور بها بوضع راحة اليد على الصدر .

ان موضع ضربة القمة من الخط المنصف توافق تقريبا منتصف الخط الترقوي والذي يمثل خطا عموديا باتجاه الاسفل خلال منتصف الترقوة . وان ضربة القمة في معظم الاشخاص هي احسن موضع يمكن منها الاستماع الى انغلاق الصمام التاجي والاصوات الناتجة عنة .

ان المسافات الثانية والثالثة على الحافة القصية هي المواضع التي غالبا ما يمكن الاستماع منها الى اصوات الصمامات الاربعة بوضوح .

وظائف الاذينين

FUNCTIONS OF THE ATRIA

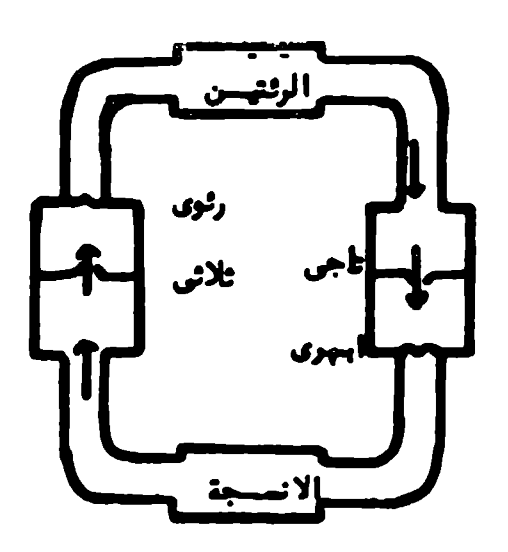
ان الدم العائد بصورة مستمرة خلال الاوردة (شكل ١٠) يدخل الجانب الايمن من القلب واثناء فترة الانبساط عندما يكون الصمام الاذيني البطيني مفتوحا ، فان هذا الدم يدخل راسا الى البطين الايمن ويتجمع فيه . واثناء الانقباض البطيني ، فان الصمام الاذيني البطيني ينغلق وفي هذه الحالة فان الدم العائد الى القلب لن يتمكن من الدخول الى البطين الايمن بل يتجمع في الاذين الايمن وعليه فان الاذين الايمن يمثل « غرفة انتظار » اذ يعمل كمستودع للدم العائد للقلب خلال الانقباض البطيني والذي لا يستطيع دخول البطين .

ان دوران الدم يمكن ان يتم دونما انقباض اذيني . اذ ان الانقباض الاذيني الذي يحصل في ضربات القلب الطبيعية يزيد من ملء البطينين

بالدم . اذ انه في نهاية فترة الانبساط يكون البطينان قد امتلأ بثلاثة ارباع الدم الوريدي القادم للقلب ، ومن ثم ففي العشر الاخير من الثانية من الانبساط البطيني تنقبض الاذينان محولة بذلك كمية الربع المتبقية من الدم الى البطينين .

ان نفس الشيء يحصل في الجانب الايسر من القلب كما يحصل في الجانب الايمن منه ولكن الدم في الجانب الايسر يكون قادما من الرئتين .

وعليه فان عمل البطينان يكون كمضخة منشطة والتي تجهز البطينين بكمية اكبر من الدم لضخه في الضربة التالية .



شكل ١٠٠ـ وظائف الاذينين . ان معظم الدم العائد الى القلب خلال الانبساط البطيني يمر راسا من خلال الاذينين والصمامين الاذينية البطينية ليتجمع في البطينين . وقبل الانقباض التالي بفترة وجيزة ، تتقلص الاذينان لتحول كمية اضافية من الدم الى البطينين ، وبذا تتم امتلأ البطينين . ان الانقباض الاذيني يزيد من كفاءة القلب كمضخة ولكنه غير ضروري للحياة . والدم العائد الى القلب خلال الانقباض البطيني يجد الصمامين الاذينية البطينية مغلقين، فيتجمع هذا الدم في الاذينين .

٣ ـ العضلة القلبية والتخطيط الكهربائي

(Cardiac Muscle and the Electrocardiogram)

يضرب القلب لانه يتكون من العضلة القلبية . وكل خلية في العضلة القلبية لها خاصية النسقية (Rhythmicity) ، اي التقلص والانبساط بالتعاقب وهي التي تسمى بالضربات . ولخلايا العضلة القلبية كذلك خاصية التوصيل (Conductivity) • ان كل ليفة عضلة قلبية تتفرع وتقترب من عدد من خلايا العضلة القلبية فاذا ما بدات احدى خلايا العضلة القلبية بالتقلص فان موجة التقلص هذه سرعان ما تنتشر الى الخلايا المجاورة فتتقلص هي ايضا وبهذه الطريقة فان موجة التقلص المبتدئة من قسم واحد من القلب تنتشر بسرعة الى جميع خلايا العضلة القلبية الاخرى .

اصل النبضة القلبية وانتشارها

ORIGIN AND PROPAGATION OF THE CARDIAC IMPULSE

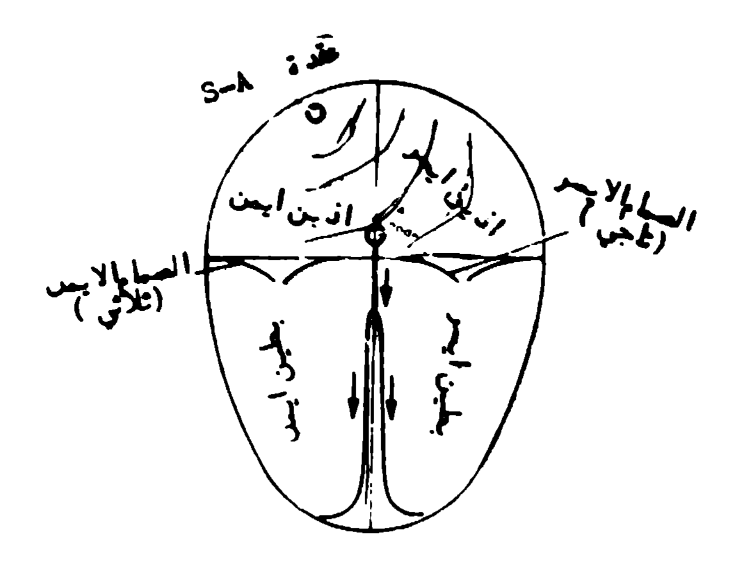
تنشأ ضربة القلب في البرمائيات كالضفدع في الجيب الوريدي (Sinus Venosus) والذي هو تجويف اضافي يوجد بين الاوردة والاذين الايمن .

اما في الانسان فليس للجيب الوريدي اي وجود ، وكلما بقي منه هو العقدة الجيبية الاذينية (Sinu - Atrial Node) ويرمز لها (S - A node) والتي تتكون من مجموعة من الخلايا في الاذين الايمن قريبامن مدخل التجويف الوريدي الاعلى (Superior Vena Cava) •

تنشأ ضربة القلب في الانسان في العقدة الجيبية الاذينية . وتعمل هذه العقدة كناظم (Pacemaker) للقلب . وسرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية تعين سرعة القلب . وحيث ان سرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية هي اعلى من سرعة خلايا العضلة القلبية الاخرى ، لذا فان هذه الخلايا لا تستعمل خاصيتها النسقية بل تتبع السرعة التي حددتها العقدة الجيبية الاذينية مستعملة بذلك خاصيتها التوصيلية .

تنتشر ضربة القلب من العقدة الجيبية الاذينية خلال عضلة الاذين (شكل ١١) مسببة تقلص الاذينين معا . وعند تقلص هذين التجويفين فانهما يدفعان بالدم من خلال الصمامين الاذينية البطينية الى البطينين .

يفصل الاذينين عن البطينين حاجز ليفي يوجد فيه الصمامان



شكل ـ١١ـ انتشار النبضة القلبية خلال القلب . تبدا الضربة القلبية في العقدة الجيبية الاذينية (S . A) • وتنتشر خلال عضلة الاذين الايمن ، والاذين الايسر الى العقدة الاذينيـــة البطينية (A . V) •
وتمر موجة التقلص نحو الاسفل عن طريق الحزمة الاذينية البطينية (حزمة هس) لتصل الى البطين الايمن والبطين الايسر •

الاذينية البطينية (شكل ١٢) . ولا يتكون هذا الحاجز الليفي من العضلة القلبية ، ولذا فانه لا يستطيع نقل النبضة القلبية . وكنتيجة لذلك فان موجة التقلص والتي سبق وانتشرت في عضلة الاذينين ، ستضمحـــل وتختفي بدلا من ان تنتشر مباشرة الى البطينين . ولكنه يوجد هنالك مسلك واحد بين الاذينين والبطينين يبدا في العقدة الاذينية البطينيـــة (Atrioventricular Node) واختصارها (A - V Node) متجها الى الاسفل على طول الحاجز الفاصل بين البطينين يعرف بالحزمة الاذينية البطينية (Atrioventricuular Bundle) او حزمـة هس (Bundle of His) وعندما تصل موجة التقلص المنتشرة في عضلـــة الاذينين الى العقدة الاذينية البطينية فانها تتجه نحو الاسفل خلال النسيج العضلي المتحور للحزمة الاذينية البطينية لتصل الى البطينين عن هـــذا الطريق ومن ثم تنتشر خلال البطينين الايمن والايسر حيـــث يبـــدان بالتقلص .



شكل ـ١٢ـ ان الحاجز الذي بين الاذينين والبطينين يحتـــوي على صمامات القلب الاربعة . وينشا الشريانان الاكليليـان من الابهر من الطرف البعيد لصمام الابهر مباشرة .

عند ملاحظة ضربة القلب اثناء عملية فتح الصدر نرى الاذينيـــين يتقلصان تتبع ذلك فترة قبل ان يبدأ البطينان بالتقلص . وبعد هـــذا التقلص فان الاذينين والبطينين ينبسطان .

ان ضربات القلب بهذه الصورة الطبيعية الناشئة من العقدة الجيبية الاذينية تكون بحالة نسق طبيعي او نسق جيبي (Normal or Snus Rhythm) .

التخطيط الكهربائي للقلب

ELECTROCARDIOGRAM

ان هذا الانتشار لضربة القلب من العقدة الجيبيـــة الاذينيـــة الى الاذينين اولا ومن ثم نحو الاسفل الى الحزمة الاذينية البطينية واخيرا الى البطينين ، يرافقه تغير في الفولطية الكهربائية والذي يمكن قياسها من مكان بعيد عن القلب . وهذا التسجيـــل الكهربائي يسمى بالتخطيط الكهربائي للقلب .

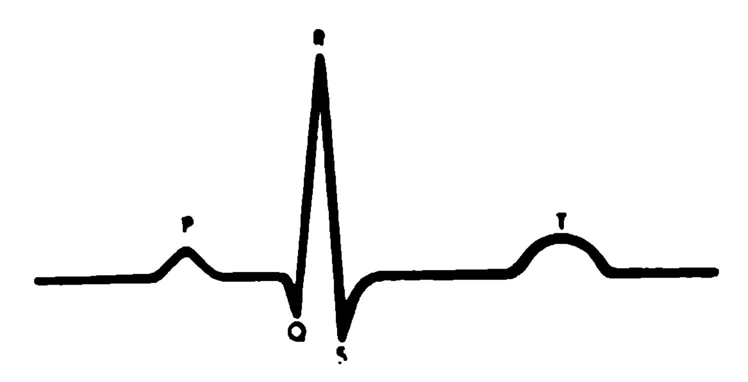
ان مقدار التغير في الفولطية كما يسجل من الذراعين (توصيلـــة I) هي واحد من الالف من الفولت حيث تكبر وترسم باستعمال مسجل قلمي (Pen Recorder) ، او باستعمال مرسمـــة الذبذبات

لاشعة المهبط ويعرف الجهاز المستعمل لهذا الغرض بجهاز التخطيط الكهربائي للقلب (Electrocardiograph)

ويظهر التسجيل تقلبات خلال الدورة القلبية تعرف بالموجـــات (Waves) والمركبات (Compexes) (شكل ١٣) . فموجة (P) تعود الى انقباض الاذينين وهذه يتبعها مركب (QRST) (مركـب من مجموعة من الموجات) والذي يعود للانقباض البطيني .

ان مركب (QRST) المسجل خلال الانقباض البطيني يكـون صغيرا جدا بالنسـبة للفولطية الكهربائية الناتجة فعليا عن كل خلية عضلية قلبية طوال فترة الانقباض البطيني . وذلك لان الفولطية الكهربائية الناتجة من البطين الايمن تميل الى تعطيل او اختزال الفولطية الكهربائية الناتجة من البطين الايسر ولتوضيح ذلك فانه لو وضعنا بطاريتين في مصباح يدوي بوضع معكوس ، فان حاصل الفولطية الكهربائية يكون ضعيفا لدرجة لا يمكن معها للمصباح ان يضيء ابدا . وفي التخطيط الكهربائي للقلب فان الفولطية الكهربائية الناتجة من بطين واحد تكون عكس الفولطية الكهربائية الناتجة عن البطين الاخر ، ولذلك فمحصلة الفولطية الكهربائية المسجلة عند ذاك تكون صغيرة .

وفي الحالات الطبيعية فان الفترة التي لا يكون فيها التعطيل كاملا ، تكون في بداية الانقباض (مركب (QRS) ، وفي نهايته (موجة (T) ان مركب (QRS) هو نتيجة ضربة القلب الواصلة الى اجزاء مختلفة من البطينين في ازمنة مختلفةقليلا . ولا توجد موجة (Q) دائما . اما موجة (T) فسببها انبساط بعض اجزاء القلب قبل غيرها .

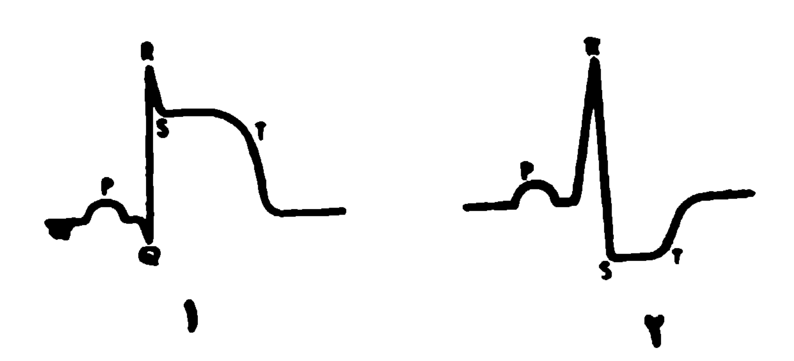


شكل ــ١٣ــ التخطيط الكهربائي الطبيعي للقلب . تسمى الموجــــات بالحروف الابجدية مبتداة بالحرف (P) وتمثل موجة (P) الانقباض الاذيني . اما مركـــب (QRST) فانه يمثل الانقباض البطيني .

واذا حدث ان احد البطينين لم ينتج فولطيته الكاملة ، فان التعطيل سوف لن يكون كاملا . ويحدث هذا في حالة عدم تجهيز البطينين بدم كاف من الشرايين القلبية كما في حالة مرض القلب الدداوي (Ischaemic Heart Disease) واحتشاء العضلة القلبية (Myocardial Infarction) وخثار الاكليلي (Coronary Thrombosis)

ويشاهد العجز في التعطيل بوضوح في جزء شريط التخطيط بين موجتي (S) و (T)، وفي هذا الجزء من التخطيط المعروف بشدفة (S - T)، فان التعطيل يكون جيدا للدرجة انه لا يمكن تسجيل اي فولطية كهربائية على الرغم من ان كلا البطينين يدفعان الدم في هذه الفترة (منطقة سوى الجهد الكهربائي (Isoelectric Region)

وبعد حالة خثار الاكليلي فان هذه المنطقة من مخطط التسجيل الكهربائي للقلب لا تكون في حالة فولطية الصفر . واتجاه الازاحة سيمكن من معرفة موضع الخثار . ان (شكل ١٤) يظهر شدفتي (S - T) . احداهما مرتفعة والاخرى منخفضة في توصيلة (I) من التخطيط الكهربائي للقلب في حالتين من حالات خثار الاكليلي . ففي حالة حدوث خثار امامي فان شدفة (S - T) تكون مرتفعة (شكل ١٤ (١)) بينما تكون شدفة (S - T) منخفضة في حالة الخثار الأكليلي الخلفي (شكل ١٤ (٢)) .



شكل -١٤- التخطيط الكهربائي لحالة خثار الاكليلي .

(١) خثار امامي حيث يظهر ارتفاعا في شدفة (S - T) .

(٢) خثارخلفي يظهر انخفاضا في شدفة (S - T). التخطيط مسجل باستعمال توصيلة (I) .

الحصر القلبي (Heart Block) :

ان مسلك التوصيل خلال القلب الذي سبق وصفه ، ذو اهمية كبيرة في شرح كثير من الاضطرابات السريرية في توصيل القلب .

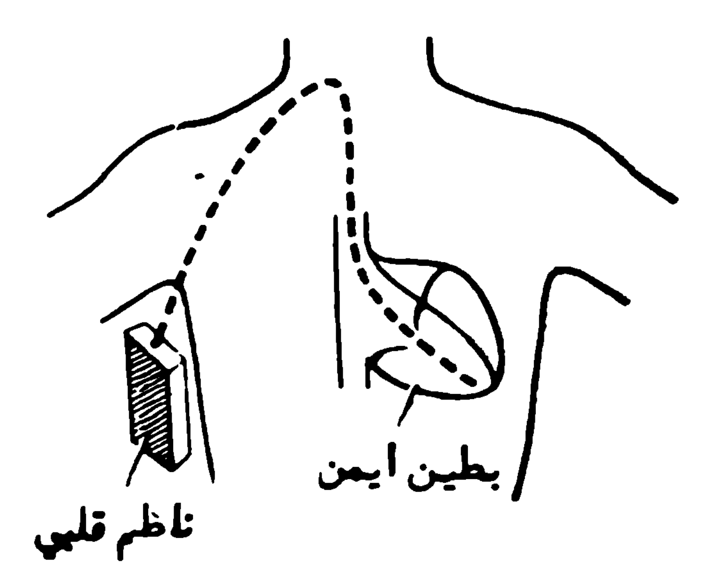
فاذا حدث لمريض اذى في الحزمة الاذينية البطينية ، فان ضربة القلب الناشئة من العقدة الجيبية ستنتشر في الاذينين ومن ثم الى العقدة الاذينية البطينية ، ولكنها لن تصل الى البطينين . وتسمى هذه الحالة بالحصر القلبي . وفي هذه الحالة يتوقف البطينان عن الضرب وبالتالي يتوقف الدم عن الدوران . وحيث ان البطينين يتكونان من العضلة القلبية التي لها الخاصية النسقية ، ففي كثير من الاحيان فان البطينين سرعان ما يبدأ بالضرب ولكن بسرعتهما الخاصة والتي تكون عادة اقل بكثير من سرعة العقدة الجيبية الاذينية . ان سرعة بطينية ذاتية نمطية تبلغ ٣٠ ضربة في الدقيقة بينما تبلغ سرعة الضربات البطينية العادية ٧٠ ضربة في الدقيقة وهي سرعة العقدة الجيبية الاذينية .

ان سرعة الضربات البطينية التي يبلغ مقدارها ٣٠ ضربة في الدقيقة الواحدة لا تكون عادة كافية لادامة دوران كاف الا اذا بقي الشخص راقدا . ولذا فانه اذا ما اريد للشخص القيام بالمشي واداء بعض التمارين ، وجب زيادة سرعة الضربات البطينية . وعليه فيستعمل لمثل هذا الغرض ناظم قلبي .

النواظم القلبية (Cardiac Pacemakers) :

من الممكن جعل العضلة القلبية ان تضرب بواسطة التنبيه الكهربائي . وتستعمل هذه القاعدة في علاج الاشخاص المصابين بالحصر القلبي . والمشكلة تكمن في كيفية ايصال المنبه الكهربائي الى القلب باقل تداخل جراحي . ويستخدم عادة لهذا الغرض مسار كهربائي على شكل قثطرة تمرر بسيطرة من اشعة اكس خلال وريد سطحي في الرقبة نحو الاسفل الى التجويف الوريدي الاعلى ومنه الى الاذين الايمن . ومن خلال الصمام الثلاثي الشرف الى البطين الايمن (شكل ١٥) حيث يكون عند ذلك في تماس مع داخل البطين الايمن . وتوصل النهاية الخارجية لهذا المسار الكهربائي بالناظم القلبي . ويثبت مسار كهربائي متعادل على جدار الصدر لمسلك العودة . ثم ترسل صدمات كهربائية الى القلب بمعدل ٦٠-٧٠ مرة في الدقيقة . وكل واحدة من هذه الصدمات تنشىء ضربة تنتشر الى البطينين مسببة انقباضهما .

وبمثل هذا الناظم القلبي ذو السرعة الثابتة ، فان الاذينين لن يلعبا اي دور في عملية دوران الدم حيث انهما ينقبضان بسرعة مختلفة .



شكل ـ١٥ـ الناظم القلبي . تمرر قثطرة تحتوى على سلك مسار كهربائي من وريد في الرقبة اسفل التجويف الوريدي الاعلى الى الاذين الايمن ، ومن خلال الصمام الثلاثي الشرف الى البطين الايمن . وهذا ما يسمح بتنبيه البطين كهربائيا ٧٠ مرة في الدقيقة . ويكون مسلك الكهربائية العائدة عن طريق مسار كهربائي متعادل في الابط .

وكذلك فان سرعة البطينين لن تزداد اثناء التمارين على الرغم من ازدياد سرعة العقدة الجيبية الاذينية والاذنيين معا .

وفي نوع متقدم من الناظم القلبي فان ضربة العقدة الجيبية الاذينية تستعمل كمحرك للناظم . وفي حالة الحصر القلبي المتقطع فانه يستعمل ناظم خاص ينتج صدمة في حالة توقف القلب عن توليد ضرباته . ولا يظهر مركب (QRS) عند التسجيل .

حصر الحزيمة (Bundle Branch Block)

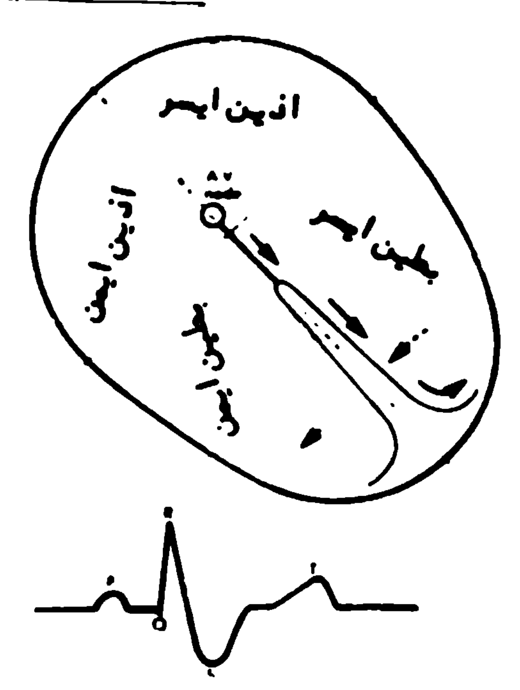
اذا ما اقتصر الحصر القلبي على نصف الحزمة الاذينية البطينية (شكل ١٦) فان الحالة تسمى عندئذ بحصر الحزيمة . وموجة التقلص هنا تستطيع الانتشار من العقدة الاذينية البطينية لبطين واحد فقط وهو الذي ينقبض اولا . ثم تنتشر بعد ذلك موجة التقلص بواسطة عملية التوصيل الى البطين الاخر ، حيث ينقبض بعد فترة قصيرة من انقباض البطين

الاول . وهذا التاخير في انتشار موجة التقلص الى البطين الثاني تظهر نفسها في طول فترة جزء (QRS) من التخطيط الكهربائي للقلب (شكل ١٦) .

فترة (P - R) :

ان الفترة على التخطيط الكهربائي للقلب بين موجة (P) ومركب (QRS) (اي فترة (P - R) تمثل الزمن المأخوذ لموجة التقلص كي تنتشر من العقدة الجيبية الاذينية الى البطينين . وهذا الوقت في الحالات الطبيعية يبلغ ١٢ر٠ــ٢١ر٠ من الثانية .

وفي مرض كالحمى الروماتيزمية فانه يحدث ضعفا في التوصيل في



شكل ــ١٦ــ حصر الحزيمة اليمنى . اذا ما اعترض الفرع الايمن للحزمة الاذينية البطينية ، فان موجة التقلص ستصل الى البطين الايسر مباشرة ، ومن ثم فقط تنتشر في البطين الايمن . ويشاهد التخطيط في الاسفل حيث يشغل مركب (QRS) مدة زمنية اطول من الحالة الطبيعية بسبب ان البلوغ الى طور سوى الجهد الكهربائي (ST) سوف لن يتم الا اذا وصلت موجة التقلص الى البطين الايمن .

الحزمة الإذينية البطينية . ولذا يظهر التخطيط الكهربائي للقلب فترة (P - R) طويلة وان فترة طويلة لـ (P - R) قد تكون نـادرا بحدوث حالة حصر قلبي تام عندما لا تكون هناك علاقة وقت ثابتة بين موجات (P) ومركبات (QRST) . وعليه ففي حالة حصر قلبي تام قد تبلغ سرعة الضربات البطينية ٣٠ مرة في الدقيقة بينما تكون سرعة العقدة الجيبية الاذينية والاذينين ٧٠ مرة في الدقيقة . وعليه فان شريط التخطيط الكهربائي للقلب سيظهر ٧٠ موجة (P) في كل دقيقة مقابل ٣٠ مركب (QRST) .

الضربات الهاجرة

ECTOPIC BEATS

قد ينشيء احيانا احد اجزاء القلب غير العقدة الجيبية الاذينيـة ضربة قلبية . ويجب التذكر بان كل خلية عضلية قلبية لها خاصيـة النـسقية ولكن الخلايا الاخرى لا تـستعمل هذه الخاصية وانما تتبع الضربات التي تنشئها العقدة الجيبية الاذينية .

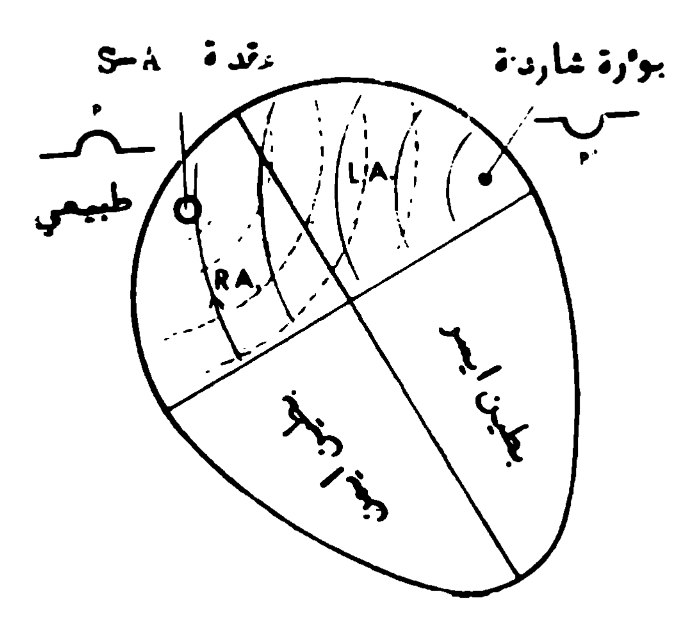
الضربات الشاردة الاذينية (Atrial Extrasystoles) :

اذا ما انشـات احدى خلايا الاذين ضربة قلبية فانه يطلق عليها بؤرة هاجرة (Ectopic focus) . ويطلق على الضربة اسم الضربة الشاردة الاذينية . وتشاهد على شريط التخطيط الكهربائي للقلب موجة (P) غير طبيعة تختلف شكلاً وقد تكون مقلوبة . وان انقلاب الموجة يحدث عندما تنتشر موجة التقلص خلال العضلة الاذينية في الاتجاه المعاكس للحالة الطبيعية (شكل ١٧) .

وعند وصول هذه الموجة غير الطبيعية الى العقدة الاذينية البطينية فانها ستتجه نحو الاسفل خلال الحزمة الاذينية البطينية الى البطينين لتكون مركب (QRST) طبيعي وليس للضربات الشاردة الاذينية المنفردة اهمية سريرية كبيرة .

الضربات الشاردة البطينية (Ventricular Extrasystoles) :

وهذه اكثر شيوعا وذات اهمية اكبر . فاذا ما نشـات ضربة هاجرة من خلية عضلية قلبية بطينية ، فان موجة تقلص ستنتشر على العضلة



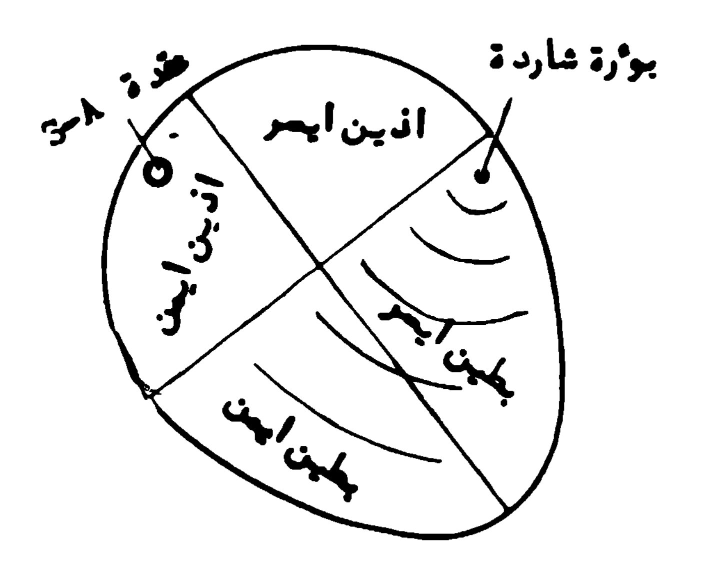
شكل ـ١٧ـ الضربة الاذينية الشاردة . ان بؤرة شاردة في الاذينين تسبب موجة (P) غير طبيعية (P1) . ويكون مركب (QRST) طبيعيا . (LA) اذين ايمن . (RA) اذين ايسر .

البطينية مسببة انقباضا بطينيا (شكل ١٨) . ولكن هذا الانقباض البطيني لن يكون مسبوقا بانقباض اذيني . ويكون مركب (QRST) في التخطيط الكهربائي للقلب في مثل هذه الحالة كبيرا بدرجة غير طبيعية وذو شكل غير طبيعي ايضا (شكل ١٩) ولا يكون مسبوقا بموجة (P) .

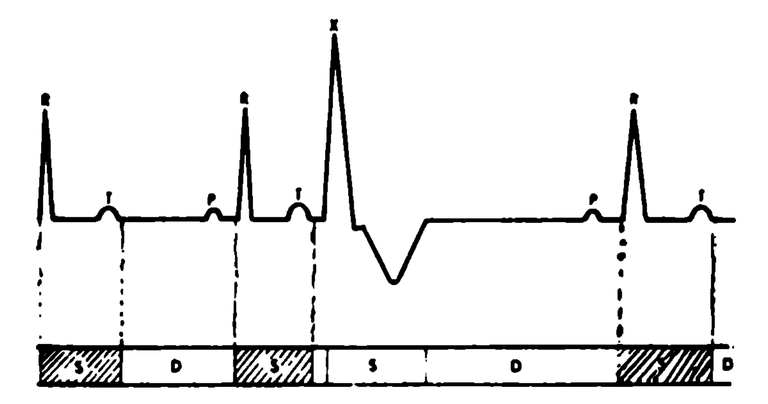
واذا ما تقلص البطينان فلن يستطيعا التقلص مرة اخرى الا بعد مضي فترة من الوقت تعرف بفترة العصيان(Refractory Period)

فاذا ما نشأت ضربة اضافية من بؤرة هاجرة ، فان الضربة التالية الطبيعية والناشئة من العقدة الجيبية الاذينية قد تصل البطينين خلال فترة العصيان وسوف لن تحدث تقلصا بطينيا ، وستكون هناك فترة راحة بطينية حتى وصول الضربة التالية من العقدة الجيبية الاذينية . و (شكل ١٩) يوضح ذلك حيث تظهر ضربة شاردة بطينية بعد ضربة قلب طبيعية . ويتبع ذلك فترة هدوء كهربائي حتى مجيء الضربة التالية .

ان الشخص الذي تظهر فيه مثل هذه الضربات الشاردة نادرا مـــا



شكل ـ١٨ـ الضربة البطينية الشاردة . ان بؤرة شاردة في البطينين تسبب ضربة بطينية شاردة . ولن تكون هذه مسبوقـة بموجة (P) .



شكل ـ١٩ـ التخطيط الكهربائي لضربة شاردة بطينية (x) . تـكون الضربة الشاردة غير طبيعية في الشكل وغير مسبوقـة بموجة (P) ، وان موجة (P) التالية التي تحـدث خلال الضربة الشاردة ، لا تسبب تقلصا بطينيا ويحدث تاخير حتى تتمكن موجة (P) بعد ذلك من احـداث الانقباض البطيني .

ينتبه الى الضربة الاضافية ، بل يظن بان القلب قد اسقط ضربة وذلك للفاصلة الطويلة التي تعقبها . وتعرف هذه بالضربة الساقطة . ولو انه في الواقع لم تفقد اية ضربة بل انه كانت هناك ضربة مبتسرة . ومثل ذلك كالذي يفتقد فجاة دقة الساعة التي وقفت لانه لم يكن سابقا على علم بها . وهكذا ضربات القلب فان الشخص يفتقد هذه الضربة الناقصة .

ان الضربات الشاردة البطينية اكثر شيوعا نسبيا وخاصة اثناء الاثارات الانفعالية وتحدث عند معظم الاشخاص في وقت واخر ولكن اذا ما كثر حدوثها فتصبح الحالة عندئذ ذات اهمية سريرية حيث قد تكون النذير بحدوث رجفان بطيني (Ventricular Fibrillation) .

ان المريض الذي يتعاطى عقـار الديجيتـال (Digitalis) قد يصاحبه حدوث ضربة شاردة بطينية بعد كل ضربة طبيعية . ويطلق عليها ضربة مزدوجة . وهي تنبيه بضرورة تخفيض كمية الديجيتـال المأخوذة .

وقد يسبب الادرينالين حدوث حالة الضربة الشاردة البطينية . واذا ما ازدادت الكمية المأخوذة منه فقد تسبب الرجفان البطيني .

الرجفان البطيني (Ventricular Fibrillation)

توجد في حالة الرجفان البطيني عدد من البؤر الهاجرة في البطينين وكنتيجة لذلك لا يحدث انتظام في تقلصهما العام . ويتوقف عندها الدوران واذا لم تتخذ الاجراءات الاضطرارية لانعاش القلب حدثت الوفاة .

ويظهر ان الضربات الشاردة والتي تحدث اثناء موجـة (T) للضربة السابقة هي اكثر احتمالا لحدوث الرجفـان البطيني حيث ان للعضلة القلبية قابلية تهيج متزايدة خلال هذا الطور .

الرجفان الاذيني (Atrial Fibrillation) :

واذا ما وجد عدد من البؤر الهاجرة في الاذينين تسمى الحالـة بالرجفان الاذيني . وهي ليست خطرة بالدرجة التي عليها حالة الرجفان البطيني حيث ان الانقباض الاذيني غير اساسي للحياة . ومظهر الرجفان البطيني يمثل دوما كحقيبة ملانة بديدان تتلوى . والتخطيط الكهربائي للقلب يظهر عدم وجود موجة (P) ، ولكن العقدة الاذينية البطينية تستلم كمية كبيرة من الموجات التقليصة من عدة اجزاء من الاذينين وتنقلها الى البطينين . ولا يستطيع البطينان بالطبع الاستجابة لكل هذه الموجات وكنتيجة لذلك فان الانقباض البطيني يتعدد ولكن بفترات زمنية غير منتظمة . والمريض بالرجفان الاذيني له نبض غير منتظم في توقيته جدا . اي ان سرعة القلب تتموج بدون اي انتظام ويكون من المستحيل عندئذ

التكهن بموعد حصول الضربة التالية . فقد تكون هناك فترات طويلة او قد تكون سلسلة من الضربات السريعة وقد تتناوب هاتان الحالتان مع بعضهما البعض .

المحور الكهربائي للقلب

ELECTICĀL AXIS OF THE HEART

ان القلب الضارب ينتج فولطيته الكهربائية في الاتجاه العام من مركز الصدر (نقطة صفر شكل ٢٠) منحرفا الى اليسار كما هو مؤشر بالسهم في الرسم المذكور . ويطلق عليه بالمحور الكهربائي للقلب .

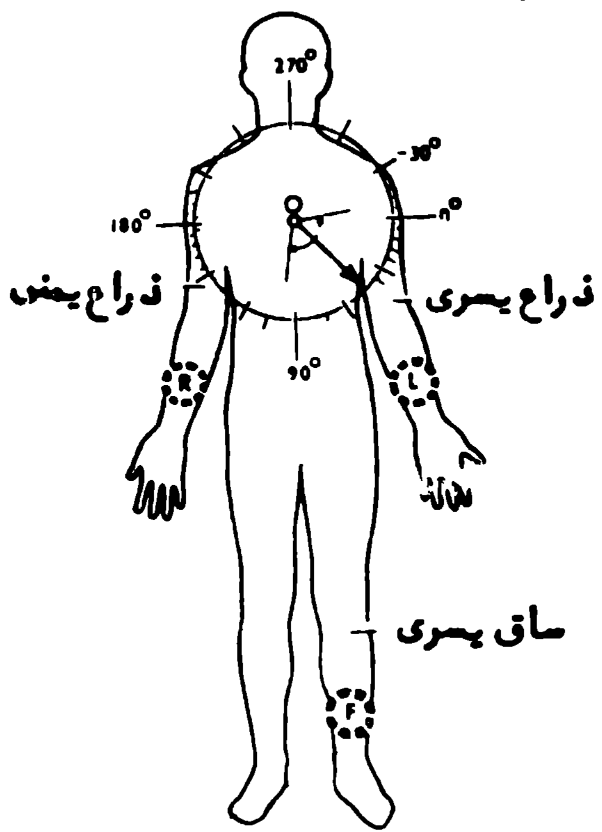
ان هذه الفولطية الكهربائية (والتي تكون التخطيط الكهربائي للقلب) هي قوة موجهة لان لها مقدارا واتجاها . ومن الامثلة الاخرى على القوى الموجهة هي الريح التي لها مقدار (هو سرعة الريح) واتجاه واشارات الراديو من محطة راديو محلية او محطة تلفزيون لها مقدار ايضا (هو قوة المجال) واتجاه . ولكي نستطيع استلام اشارة تلفزيونية قوية فان هوائي التلفزيون يجب ان يوجه باتجاه محطة الارسال كذلك ان ادرنا راديو الترانسستور فان جهارة الصوت ستكون على اقصاها عندما يكون هوائيه الداخلي باتجاه الاشارة المرسلة من محطة الراديو . واذا ما ادرناه بزاوية قائمة فان جهارة الصوت ستكون عندئذ على ادناها

وحيث ان الفولطية الكهربائية المنتجة من القلب هي قوة موجهة (القوة الموجهة القلبية) فان التخطيط الكهربائي للقلب سيكون ذا سعة كبيرة اذا ما سجل على نفس اتجاه القوة الموجهة القلبية واذا ما تم التسجيل بزاوية قائمة على القوة الموجهة القلبية فان السعة عندئذ ستكون صغيرة . وان كان الاتجاه اكثر من زاوية قائمة فان التخطيط الكهربائي للقلب سيكون معكوسا .

ويمكن ايجاد اتجاه القوة الموجهة القلبية في المستوى الامامي وذلك باجراء التخطيط الكهربائي للقلب بعدة اتجاهات ومن ثم ملاحظة الاتجاه ذو السعة الاكبر ان التوصيلات القياسية الستة المستعملة تسمى
aVF , aVL , aVR , III , II , I :

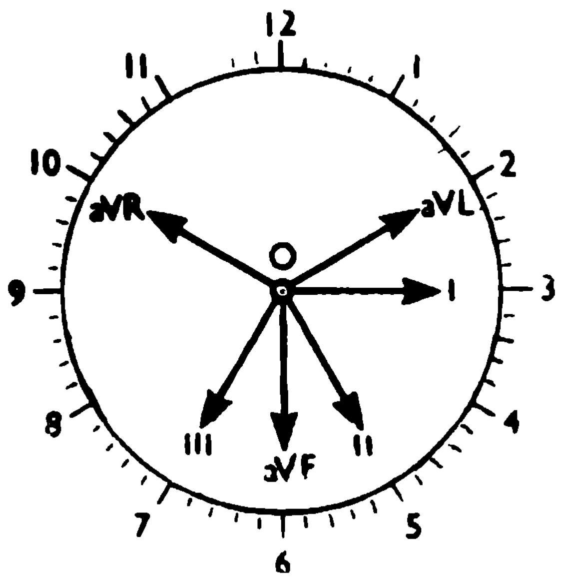
فلو تصورنا وجه ساعة موضوعة على الصدر مركزها على النقطة **(O)** ولها مؤشر واحد للساعات حيث يمثل الاتجاه الذي يسجل به تخطيط القلب ، واشر المؤشر عند ذاك على الرقم (٣) من الساعة فانه سيعطي اتجاه توصيله **(I)** ، واذا ما اشر على الرقم (٥) فسوف يعطي اتجاه توصيلة **(II)** . وسيعطي المؤشر اتجاه توصيلة **(III)**

اذا ما اشر على الرقم (٧) (شكل ٢١) .



شكل -٢٠- تسجيل التخطيط الكهربائي للقلب . تثبت المسارات الكهربائية على الذراع الايمن (R) والذراع الايسر (L) والساق اليسرى (F) وعلى الصدر .
ينتج التخطيط الكهربائي للقلب عن القوة الموجهة القلبية والتي تقع في مركز الصدر متجهة الى الجانب الايسر من الجسم كما هي مبينة بالسهم .

اما توصيلة (aVL) فستتمثل اذا ما اشر المؤشر على الرقم (٢) و (aVF) على الرقم (٦) ثم (aVR) على الرقم (١٠) والقوة الدافعة القلبية تكون عادة واقعة بين الرقمين (٣٠و٢) و (٣٠ر٦) اي بمتوسط اتجاه تقريبي هو الرقم (٣٠ر٤) . وعليه فان اتجاه توصيلة (II) سيكون اقرب اتجاه تتمثل به القوة الموجهة القلبية (قارن بين شكلي ٢٠و٢١) ولذلك فان التخطيط المسجل بتوصيلة (II) سيكون اكبر من اي تسجيل بتوصيلة اخرى .



شكل ـ٢١ـ ان توصيلات الاطراف القياسية الستة III, II, I aVF, aVL, aVR, تسجل العنصر الاساسي للقـــوة الوجهة القلبية في اتجاهات مختلفة . وتشاهد هـــذه مرسومة على وجه ساعة خيالية موضوعة على الصدر حيث تمثل نقطة O مركز الصدر .

ويستعمل في التطبيق العملي مقياس المنقلة الهندسية الدائريـــة المدرجة من صفر الى ٣٦٠ درجة بدلا من التسمية الرقمية للساعة . حيث تمثل درجة الصفر فيها الرقم (٣) على الساعة (شكل ٢٠) . وباستعمال مقياس الدرجات هذا فان توصيلة (I) ستكون افقية متجهة نحـــو اليسار ومؤشرة على درجة الصفر .

توصيلة II = ٦٠ درجة

توصيلة III = ١٢٠ درجة

aVF = ٩٠ درجة

aVR = ٢١٠ درجة

aVL = ٣٣٠ درجة (ويشار اليها عادة ـ ٣٠ درجة) .

وفي حالة ضخامة البطين الايسر **(Ventricular Hypertrophy)**

فان القوة الموجهة القلبية تنحرف نحو اليسار وتسمى بانحراف المحور اليساري (Left axix deviation) . وتقع في الاتجاه العام من مركز الصدر اي الكتف الايسر (الساعة ٢ او ـ ٣٠ درجة) (شكل ٢٠و٢١). وتكون توصيلة (aVL) عندئذ ذات اكبر سعة . اما توصيلة (I) فتكون كبيرة ايضا وقائمة لكن توصيلة (III) ستكون مقلوبة (اكثر من زاوية قائمة) .

وفي حالة ضخامة البطين الايمن (Ripht Ventricular Hypertrophy) فان القوة الموجهة القلبية تنحرف نحو اليمين وتقع في الاتجاه العام من مركز الصدر الى الجانب الايمن من الجسم (اكثر من ٣٠ر٦ على الساعة او ١٠٠ درجة) (شكل ٢٠و٢١) . وتسمى هذه الحالة بانحراف المحور اليميني (Right axix deviation) . وتكون توصيلة (I) مقلوبة بينما تكون توصيلة (III) كبيرة وقائمة .

ويمكن ايضا تسجيل توصيلات الصدر (V1) الى (V6) حيث تمكن من تعيين اتجاه القوة الموجهة القلبية على السطح المستعرض .

اعتبارات اخرى للتوصيلات المستخدمة

تثبت المسارات الكهربائية على الذراع اليمنى (R) والذراع اليسرى (L) وعلى الساق اليسرى (F) • ولا تستخدم الساق اليمنى عادة ولكنه قد يثبت مسار كهربائي هنا لتوصيله بالارض . وتكون المسارات الكهربائية عادة على شكل قطع معدنية تثبت على الرسغ والكاحل مع ملاحظة استعمال نوع من الجلاتين تحت موضع القطع المعدنية وذلك للتأكد من اتصالها التام بالجلد . وقد يستعمل مسار كهربائي جاف ذو نتؤات كمبشرة الجوز .

ومن ناحية كهربائية فان الاذرع هي امتداد للجذع ولذالك فليس من المهم مطلقا ان كانت المسارات الكهربائية قد ثبتت على الرسغ اوعلىالذراع او على الكتف .

توصيلات الاطراف القياسية(Standard limb leads I, II, III) :

توصل جميع الاطراف الثلاثة بجهاز التخطيط الكهربائي للقلب وتختار المجموعة المناسبة عن طريق مفتاح داخلي وعند تسجيل توصيلات الاطراف فان وصلها مع المكبر يكون كالاتي (شكل ٢٢) :

توصيلة I الذراع الايمن (R) والذراع الايسر (L)
توصيلة II الذراع الايمن (R) والساق اليسرى (F)
توصيلة III الذراع الايسر (L) والساق اليسرى (F)

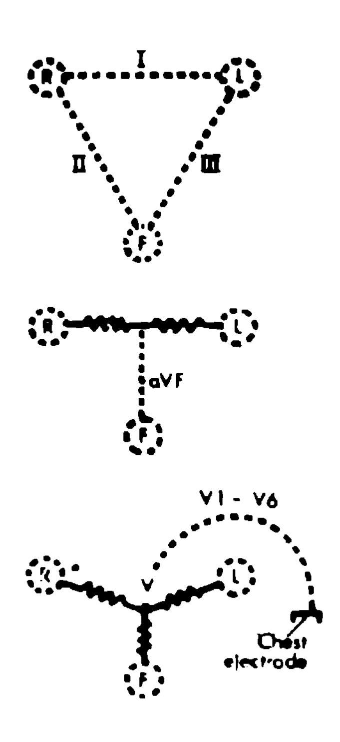
ان التخطيط الكهربائي هو التسجيل لفرق الفولطية بين نقطتين (موصولة بالنقاط) (شكل ٢٢) . هذا ويجب دوما عمل توصيلين الى مكبر جهاز التخطيط . فعند تسجيل توصيلة (I) فان الوصل يكون من احد الذراعين (شكل ٢٢ الاعلى) اما تسجيل توصيلة (II و III) فيكون الوصل من احد الذراعين وساق واحدة الى المكبر وتسمى هذه التوصيلات بالتوصيلات ذات القطبين (Bipolar Leads) ويمكن مشاهدة تسجيل نمطي لها في (شكل ٢٣) الاعلى

توصيلات الاطراف المزادة (aVR, aVL and aVF) وتوصيلات الصدر :

يمكن تسجيل التخطيط باستعمال مسار كهربائي باحث بشرط ان تكون هناك نقطة متعادلة لايصالها بالمكبر ويسمى هذا بالتوصيلة ذات القطب الواحد (Unipolar lead) وعندما يثبت المسار الكهربائي الباحث على الصدر يسمى بالمسار الكهربائي للصدر

وقد وجد بانه اذا ماوصلت الاطراف الثلاثة كهربائيا الى نقطة مشتركة (V) خلال مقاوم كربائي (شكل ٢٢ اسفل) فان فولطية (V) سوف لن تتموج اثناء الدورة القلبية ، وهذا مايعطي نقطة التعادل للايصال الثاني مع المكبر . ويمكن اعتبارها مشابهة لمسار كهربائي في نقطة (صفر) شكل (٢٠) في مركز الصدر

واذا ما كان المسار الكهربائي الباحث او مسار الصدر الكهربائي قد ثبت على الساق اليسرى ، فانه ستسجل الفولطية بين (V) والساق اليسرى (F) (التوصيلة (VF) وعلى كل فان المقاوم الكهربائي بين نقطة (V) والساق اليسرى (F) سيمكن فقط من تحويل المكبر وتقليل زيادته . واذا ما ازيل هذا فان التسجيل سيكون اكبر ويسمى هذا بتوصيلة (VF) المزادة او توصيلة aVF للاختصار . والمقاومان الكهربائيان الباقيان بين (L) و (R) يمكن مشاهدتهما في (شكل ٢٢ في الوسط)



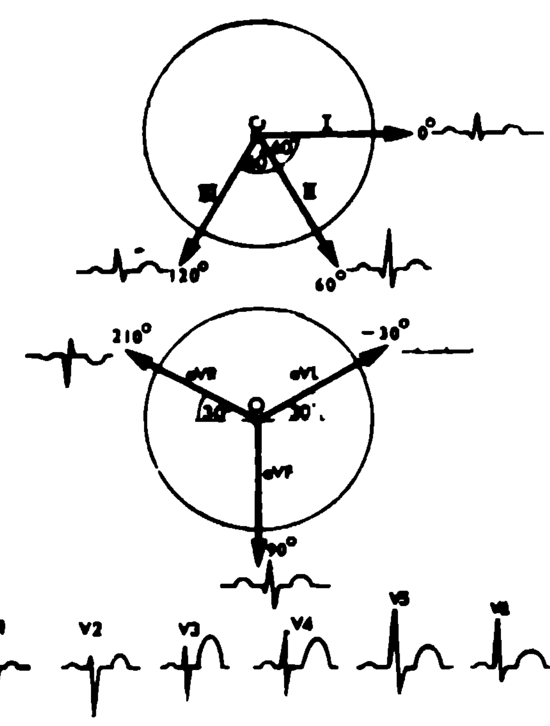
شكل ــ٢٢ــ وضعية التوصيلات الكهربائية في جهاز التخطيط الكهربائي عند تسجيل توصيلات I, II, III (الاعلى) و aVF (الوسط) و V1 الى V6 (الاسفل) . ان موضع المكبر مبين بالخطوط المنقطة .

واذا ما سجلت توصيلة (aVF) فان المقاوم الذي بين (V) و (L) سيزول تاركا ذلكما اللذين بين (R) و (V) وبين (F) و (V)

اما مع توصيلة (aVR) فان المقاوم بين (V) و (R) سيزول تاركا ذلكما اللذين بين (F) و (V) و (L) و (V)

توصيلات الصدر (V_1) الى (V_6) (شكل ٢٢ الاسفل) :

اذا ما سجلت توصيلات الصدر (V_1) الى (V_6) فان المقاومات الثلاثة ستكون موجودة وستكون نقطة (V) موصولة الى مدخل واحد



شكل -٢٣- التوصيلات القياسية للتخطيط الكهربائي للقلب (ECG) ١٠.
الرسم الاعلى. التوصيلات I, II, III. تسجل التوصيلة I جزء القوة الموجهة للقلب في المستوى الافقي (في درجة الصفر) . وتوصيلة II تسجله في درجة ٦٠ على نفس المستوى . بينما تسجله توصيلـــــة III في درجة ١٢٠ من المستوى الافقي .
الرسم الاوسط . توصيـلات aVL, aVR, aVF . ان توصيلة (aVF) تسجله في زاوية ٩٠° (عموديـة الى الاسفل) . aVR, في زاوية ٢١٠° بينما aVL في زاوية ٣٣٠° (-٣٠°) .
ان التوصيلة التي يكون اتجاهها اقرب الى القوة الموجهة للقلب تظهر المدى الاكبر . وهذا ما يمكن من تعيين اتجاه القوة الموجهة للقلب .
الرسم الاسفل. توصيلات V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6
ان المسارات الكهربائية للصدر تثبت بالتعاقب على مواقع الصدر الستة (انظر النص) حيث تسجل التوصيـــلات V_1 الـــى V_6 .

من المكبر . ان المسار الكهربائي للصدر والذي يكون عادة على شكل فنجان ماص يلتصق بالصدر ويثبت في الاماكن التالية :

(V_1) المسافة الرابعة اليمنى على الحافة القصية

(V_2) المسافة الرابعة اليسرى على الحافة القصية

(V_3) منتصف المسافة بين (V_2) و (V_4)

(V_4) المسافة الخامسة اليسرى ومنتصف الخط الترقوى

(V_5) نفس مستوى V_4 والخط الابطي الامامي

(V_6) نفس مستوى V_4 والخط الابطي الوسطي

ان تخطيط تسجيل V_1 و V_2 يرينا عادة موجات (S) كبيرة . بينما يرينا V_5 و V_6 موجات (R) كبيرة (شكل ٢٣ الاسفل) . اما في V_3 و V_4 فان موجات (R)، و (S) تكون تقريبا ذات سعة متساوية .

٤ ـ ضغط الدم

BLOOD PRESSURE

الوحدات المستعملة :

لقد اصطلح على قياس الضغط في الجسم بمليمترات الزئبق (ملم زئبق) وليس بالداين على السنتمتر المربع او الباسكال او الباوند على الانج المربع ويقاس الضغط استنادا الى الضغط الجوي وليس الى الفراغ . اي ان مقدار الضغط الذي يزيد على الضغط الجوي (ض.ج) هو الذي يسجل .

الضغط الجوي (Barometric Pressure) :

اذا ما وصلت مفرغة هواء الى نهاية انبوب مغمور في اناء من الزئبق، فان الزئبق عندئذ سيرتفع في الانبوب ومهما كانت كفاءة مفرغة الهواء فان الزئبق سيرتفع الى حوالي ٧٦٠ ملم ويقف عند ذلك الحد (شكل ٢٤ اليسار) ثم تبعد مفرغة الهواء ويسد الانبوب سدا محكما تاركا فراغا فوق الزئبق (شكل ٢٤ اليمين)

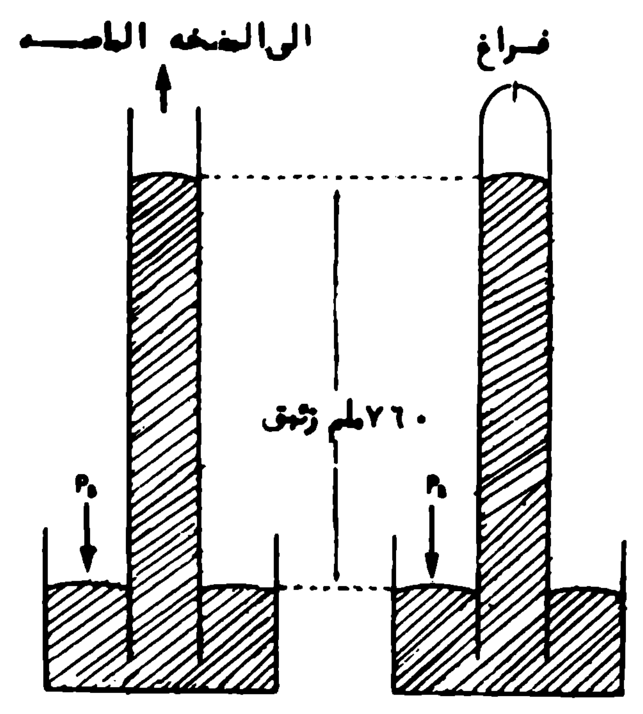
ان الزئبق لم يسحب الى اعلى الانبوب نتيجة الفراغ ولكنه دفع الى الاعلى بواسطة الضغط الجوي المسلط على الزئبق في الاناء .

وهذا الفراغ يعيق الضغط المسلط على الزئبق في الانبوب . ان هذا هو عمل البارومتر ، وارتفاع عمود الزئبق يسمى بالضغط البارومتري . ويتموج ارتفاع عمود الزئبق تبعا للظروف الجوية . فعند مستوى سطح البحر فان الضغط البارومتري يكون في حدود ٧٣٠ـ٧٨٠ ملم زئبق او بمعدل ٧٦٠ ملم زئبق (جو واحد) .

وينخفض الضغط البارومتري بزيادة الارتفاع ويتناقص الى النصف في كل ١٨٫٠٠٠ قدم . وعليه فان الضغط البارومتري على ارتفاع ١٨٫٠٠٠ قدم هو ٣٨٠ ملم زئبق ويكون ١٩٠ ملم زئبق عندما يصل الارتفاع الى ٣٦٫٠٠٠ قدم وهذا هو الارتفاع الذي تطير به معظم الطائرات النفاثة . ولذا فان الضغط داخل هذه الطائرات يكيف الى ما يعادل تقريبا الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر .

ضغط الدم (Blood Pressure) :

ان مثل هذا الجهاز في شكل (٢٤) يمكن استعماله كمقياس زئبقي للضغط لتسجيل ضغط الدم بعد تحويل اناء الزئبق الى وعاء مغلق له



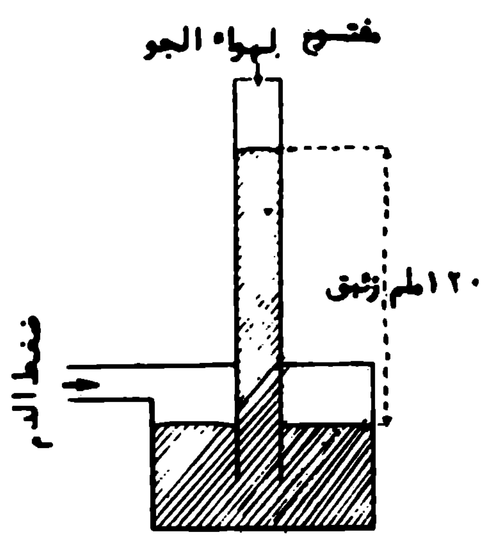
شكل -٢٤- اذا ما وصلت مضخة ماصة الى نهاية انبوب زجاجي طوله متر واحد مغمور في اناء من الزئبق فان الزئبق سيرتفع في الانبوب بسبب الضغط الجوي (PB) المؤثر على الزئبق في الاناء الى ارتفاع ٧٦٠ ملم زئبق . ويمكن بعد ذلك ختم الانبوب ورفع المضخة حيث يترك فراغا في قمة الانبوب . وهذا هو البارومتر .

فتحة انبوبية كي تسمح للضغط ان يتسلط على الزئبق اما بواسطة الهواء او بواسطة محلول ملحي (شكل ٢٥) .

ان جهازا كالذي ذكرناه وبفراغ في اعلاه سيكون من الصعب استعماله ، اذ انه عند قياس الضغط الشرياني فان الزئبق سيرتفع الى علو ٨٨٠ ملم (اي ١٢٠ ملم اكثر من الضغط الجوي) . ولذلك سيتطلب الامر انبوبا يزيد طوله على ٣ اقدام . اضافة لذلك فان القراءة ستعتمد على الظروف الجوية . اذ انه يتموج من يوم لاخر تبعا للتغيرات الحاصلة في الضغط الجوي . ولذا فان ضغطا دمويا انقباضيا مقداره ١٢٠ ملم زئبق قد يرفع عمود الزئبق الى علو ٨٩٠ ملم في يوم صحو ولكنه لن يستطيع رفعه لاكثر من ٨٦٠ ملم في يوم رطب .

ولكي يمكن قياس مقدار الضغط الدموي الزائد عن الضغط الجوي فقط . فانه تستعمل قاعدة مقياس الضغط الفارق والذي يكون فيه عمود الزئبق مفتوحا للهواء الخارجي من الاعلى (شكل ٢٥) وهذا يسمح بتسلط الضغط الجوي على اعلى عمود الزئبق ولذا فان الانبوب المستعمل سيكون اقصر كثيرا ولكي نمنع تسرب الزئبق اثناء خزن النوع الطبي من هذا الجهاز (الة قياس الضغط) ، فان اعلى الانبوب يسد بسدادة تمنع تسرب الزئبق ولكنها تكون غير محكمة بالنسبة للهواء .

ان صفر ملم زئبق على الة قياس الضغط تمثل الضغط الجوي (٧٦٠ ملم زئبق قياسا للفراغ) . ويعني الرقم ١٢٠ ملم زئبق زيادة في الضغط ١٢٠ ملم زئبق فوق الضغط الجوي (٧٦٠+١٢٠=٨٨٠ ملم زئبق قياسا للفراغ) .



شكل -٢٥- مقياس الضغط الزئبقي لقياس ضغط الدم . يسلط ضغط الدم على الزئبق في الاناء من خلال هواء او سائل . ويكون الانبوب مفتوحا للجو من الاعلى . وان ضغطا مقداره ١٢٠ ملم زئبق مسجلا بهذا الجهاز ، يعني ١٢٠ ملم زئبق فوق الضغط الجوي (او ٨٨٠ ملم زئبق مطلق) .

ان الضغط داخل الصدر وفي اوردة الجمجمة قد تكون اقل من الضغط الجوي (ولنقل ٧٥٥ ملم زئبق قياسا للفراغ) . ويشار الى هذا الضغط الذي هو تحت الضغط الجوي عادة ب - ٥ ملم زئبق . وتدل العلامة السالبة على ان الضغط هو اقل من الضغط الجوي بخمسة مليمترات من الزئبق .

وكبديل عن الة الضغط الزئبقية تستعمل الة الضغط الهوائية او الالكترونية . حيث يزيح الضغط حاجزا وتقاس مقدار هذه الازاحة بمؤشر على مقياس ان كانت الالة هوائية او بتغير كهربائي يبين الضغط ان كانت الكترونية .

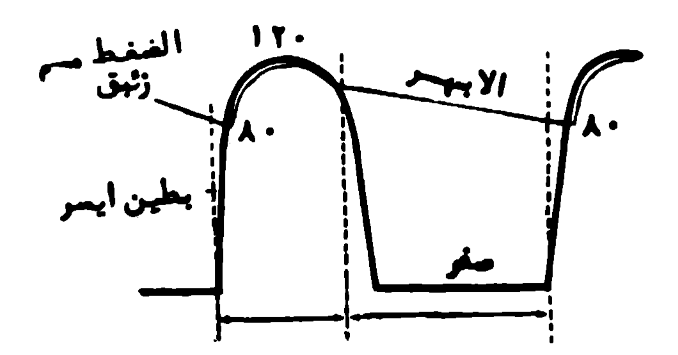
وقد تستعمل الة الضغط الالكترونية بعد وصلها بقثطرة لقياس تغييرات الضغط في القلب والاوعية الدموية . وجميع هذه الالات تدرج باستعمال مقياس ضغط زئبقي .

الضغوط البطينية

VENTRICULAR PRESSURES

يكون الضغط داخل البطين الايسر اثناء الانبساط مساويا للضغط الجوي (اي صفر ملم زئبق) . وعند تقلصه فان الضغط يزداد حتى يصل في اقصاه الى ١٢٠ ملم زئبق اثناء الانقباض ثم يبدأ بالانخفاض قليلا ليكون في نهاية الانقباض حوالي ١١٠ ملم زئبق . وعند ابتداء الانبساط البطيني ، فان الضغط يهبط بسرعة الى صفر ملم زئبق (شكل٢٦ المنحنى الغامق) .

واثناء الانقباض فان الابهر يكون على اتصال مع البطين الايسر ، وعليه فان الضغط داخله يصل الى ١٢٠ ملم زئبق ايضا (شكل ٢٦ المنحنى الفاتح) . وعندما يبدأ الضغط البطيني بالانخفاض ينغلق صمام

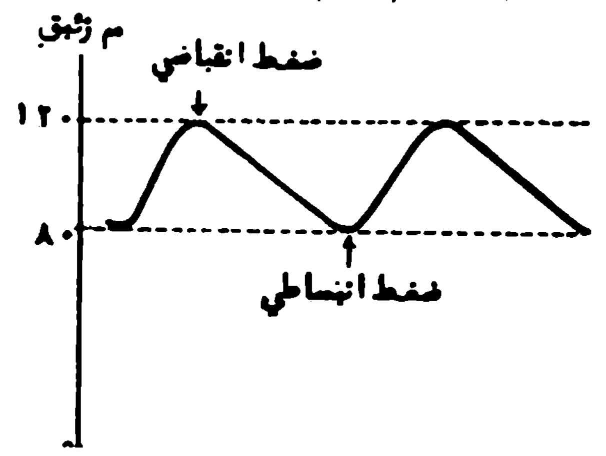


شكل -٢٦- تغييرات الضغط في البطين الايسر والابهر . يتموج ضغط البطين الايسر بين صفر و١٢٠ بينما يتموج ضغط الابهر بين ١٢٠ و٨٠ ملم زئبق .

الابهر . ويحافظ الارتداء المطاطي للابهر والشرايين القريبة من القلب على ادامة ضغط دموي كاف لجريان الدم الى الانسجة اثناء الانبساط على الرغم من عدم وجود دفع من القلب خلال هذا الطور من الدورة القلبية . ويكون الضغط في الابهر قد انخفض الى ٨٠ ملم زئبق وسرعان ما يزداد مرة اخرى الى ١٢٠ ملم زئبق بعد ابتداء الانقباض التالي .

ويطلق على الحد الاعلى للضغط في الابهر والشرايين الكبيرة بضغط الدم الانقباضي **(Systolic Blood Pressure)** ، بينما يطلق على الحد الادني للضغط فيه بضغط الدم الانبساطي **(Diastolic Blood Pressure)** (شكل ٢٧) من ذلك نرى بان الضغط في الابهر يتموج بين حد اقصى هو ١٢٠ ملم زئبق وحد ادنى هو ٨٠ ملم زئبق ويكتب كالتالي :

ضغط الدم = ١٢٠/٨٠ ملم زئبق .

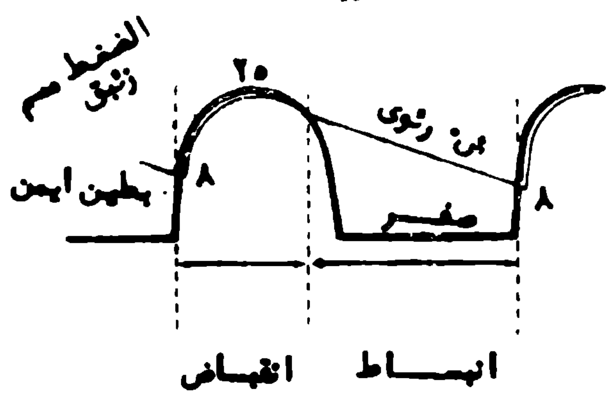


شكل- ٢٧- تموجات ضغط الدم في شريان . ان الحد الاعلى الذي يصله الضغط يسمى بضغط الدم الانقباضي . ويسمى الحد الادنى الذي يصله الضغط بضغط الدم الانبساطي .

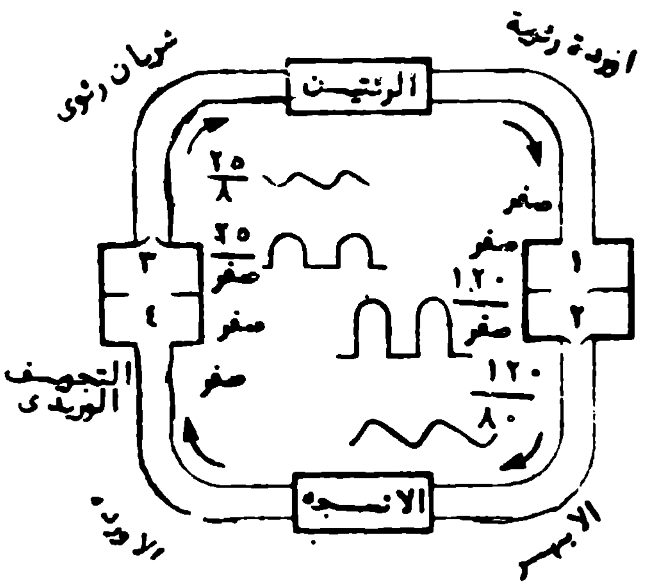
ان نفس الكمية من الدم تضخ من الجانب الايمن للقلب (شكل ٢٨) ولكن تحت ضغط اقل بكثير اذ ان ضغط البطين الايمن اثناء الانبساط هو صفر ملم زئبق وهو يزداد الى ٢٥ ملم زئبق ضغط اثناء الانقباض .

ويتبع ضغط الشريان الرئوي ضغط البطين الايمن الى حد اقصاه ٢٥ ملم زئبق . وينغلق الصمام الرئوي عندما يبدأ ضغط البطين الايمن بالانخفاض . وليست للشريان الرئوي مطاطية الشريان الابهر ، لذا فان الضغط فيه يكون قد انخفض الى ٨ ملم زئبق في الوقت الذي يبدأ فيه

الانقباض التالي (شكل ٢٨) لذا فان ضغط الشريان الرئوي يتموج بين حد اعلى مقداره ٢٥ ملم زئبق وحد ادنى مقداره ٨ سلم زئبق ولذا فان ضغط الشريان الرئوي يكون ٨/٢٥ ملم زئبق وشكل (٢٩) يلخص الضغوط المختلفة خلال الدورة الدموية .



شكل ـ٢٨ـ تغييرات الضغط في البطين الايمن والشريان الرئوي .
يتموج ضغط البطين الايمن بين صفر و٢٥ ملم زئبق .
ويتموج ضغط الشريان الرئوي بين ٢٥و٨ ملم زئبق .



شكل ـ٢٩ـ ملخص للضغوط في اجزاء مختلفة من الدورة الدموية .
عندما يظهر ضغطان ، فان الضغط الاعلى يكون اثناء الانقباض والضغط الاسفل يكون اثناء الانبساط .

ضغط الدم الشرياني

ARTERIAL BLOOD PRESS JRE

ان تعبير ضغط الدم دون تخصيص ، يقصد به الضغط في الابهر والشرايين الكبيرة (ضغط الدم الشرياني) . وان اي ضغط اخر في الدورة الدموية يعبر عنه بالوعاء الخاص به كضغط الدم في الشريان الرئوي او ضغط الدم الشعري ... الخ .

ان اعضاء الجسم بحاجة الى جريان الدم . وضغط الدم الشرياني ضروري لدفع الدم خلال الشرينات والشعريات الدموية والاوردة كي يتم جريان الدم هذا . وبشرط وجود دوران دم كاف ، فان ضغط الدم الشرياني الذي يتم هذا الجريان يكون ذا اهمية ثانوية . فلقد تبين فيما سبق بان ضغط الشريان الرئوي (متوسطة ١٦ ملم زئبق) في الدورة الرئوية كاف لادامة جريان ٥٠٠٠سم٣ في الدقيقة من الدم في الرئتين بينما يحتاج في الدورة الرئيسية للدوران الى ضغط ابهري عال (متوسطه ١٠٠ ملم زئبق) .

وهناك بعض الاشخاص في جنوب شرقي اسيا يديمون جريان الدم الرئيسي بمتوسط ضغط مقداره ٧٠ ملم زئبق . ولهذا فان ضغط دمهم اوطأ ممن هم في العالم الغربي .

وهناك عاملان يجب الاخذ بهما بعين الاعتبار فيما يخص ضغط الدم . اولهما انه في وضع الجلوس او الوقوف فان الدماغ يكون في مستوى اعلى من القلب ولذا فان ضغط الدم سيكون ضروريا لدفع الدم الى الاعلى من القلب الى الدماغ واذا ما قل ضغط الدم كثيرا ، فان جريان الدم في المخ سيكون غير كاف ولن يحتاج الشخص لمثل هذا الضغط عندما يكون راقدا . ولذا فان الشخص الذي يكون ضغط دمه واطئا قد يبقى في وعيه عندما يكون راقدا ولكنه سرعان ما يفقد وعيه في حالتي الجلوس او الوقوف

العوامل التي تعين ضغط الدم

FACTORS DETERMINING BLOOD PRESSURE

لكي يتكون ضغط الدم ، فيجب ان يكون هنالك طرح قلبي ومقاومة لجريان الدم في الدورة الدموية النظامية . وتدعى هذه المقاومة بالمقاومة المحيطية (Peripheral Resistance) .

ضغط الدم = الطرح القلبي × المقاومة المحيطية .

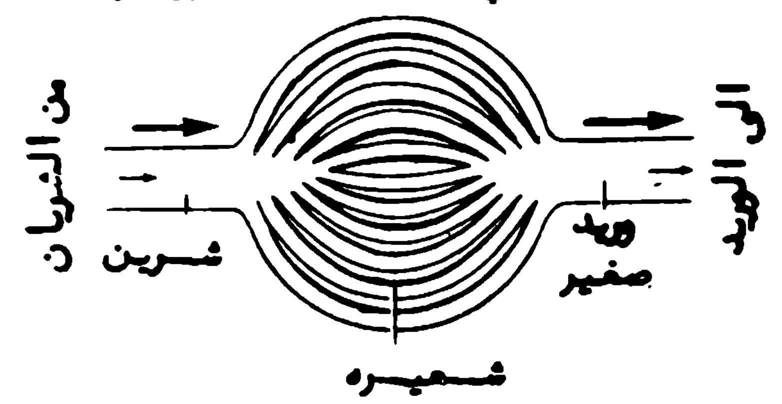
ان العوامل المؤثرة على الطرح القلبي ستفصل في موضع اخر من الكتاب ، ولكنه في حالة الراحة فان الطرح القلبي يكاد يكون ثابتا ، ولذلك فان ضغط الدم عندئذ سيتعين بصورة رئيسة بواسطة المقاومة المحيطية. وتقع المقاومة لجريان الدم اساسا في الشرايين الصغيرة المسماة بالشرينات. وهي الاوعية ذات القطر الصغير والتي تعطي اكبر مقاومة لجريان الدم .

$$\text{المقاومة تتناسب الى} \quad \frac{1}{\text{القطر}^{4}} \ .$$

ان الشعريات الدموية هي اصغر قطرا من الشرينات ، ولكنه على الرغم من ان كل شعرية دموية تعطي مقاومة اعلى من الشرين ، الاان‌هنالك عددا من الشعريات المتوازية المجهزة بشرين واحد (شكل ٣٠) . ولذا فان ذلك يؤدي الى وجود مسالك كثيرة للدم كي يجري خلالها من الشرين الى الاوردة . ولذلك فان الشبكة الشعرية لا تعطي مقاومة تذكر لجريان الدم كما يعطيها الشرين المجهز لها .

كثافة الدم (Viscocity of Blood) :

ان المقاومة المعطاة من قبل شرين ذو قياس معين يعتمد على كثافة الدم . فالدم هو سائل لزج كثيف مقاومته تبلغ ضعفا الى ثلاثة اضعاف مقاومة الماء او المحلول المحلي **(Saline)** . ان جزءا من كثافة الدم



شكل ـ٣٠ـ يجهز الشرين عددا كبيرا من الشعريات . وعلى الرغم من ان قطر كل شعرية هو اصغر من قطر الشرين ، فان الشرين يعطي مقاومة لجريان الدم اعلى من المقاومة التي تعطيها شبكة الشعريات .

يعتمد على البلازما اما الجزء الاخر فيعتمد على عدد الكريات الحمــــراء الموجودة .

وكثافة الدم بصورة عامة ثابتة ولكنها تقل اذا ما اعطى للشخص كميات كبيرة من المحلول الملحي . اما معوضات البلازما كالدكستررين مثلا فانها سوائل لزجة ان انخفاض عدد الكريات الحمراء في الدم (فقر الدم) له تأثير قليل على كثافته ، ولكنها اذا ما زادت هذه الكريات (كما في حالة مرض زيادة الكريات الحمراء) ، فانها ستسبب زيادة في كثافته وعليه فان انخفاض كثافة الدم يصاحبه انخفاض في ضغط الدم ، وازدياد كثافته يصاحبه ارتفاع في ضغط الدم .

السيطرة المركزية للاوعية الدموية

Central Control of Blood Vessels

تحتوي الشرينات على عضلات ملساء في غلافها الخارجي مرتبـــة بشكل دائري حول الاوعية الدموية ويصغر الوعاء الدموي عند تقلص هذه العضلات (شكل ٣١) وتكون الشرينات في حالة توسع ان لم تكن مجهـــزة بعصـــب من الجهـــاز العصبـــي الـــودي **(Sympathetic Nervous System)** والذي يؤثر فيها مسببـــا تضيقها نتيجة تقلص عضلاتها الملساء وهذه الفعالية الودية او التوتـر الودي **(Sympathetic Tone)** كما يطلق عليها تنشأ من مجموعة من الخلايا في النخاع **(Medulla)** يطلق عليهـــا مركز المحـــرك الوعائي **(Vasomotor Centre)** .

وتشترك ثلاث عصبات **(Neurones)** في نقل المعلومات من مركز المحرك الوعائي الى الشرين (شكل ٣٢) فيتجه الاول من النخـــاع الى الاسفل عن طريق الحبل الشوكي في الاعمدة الجانبية للمادة البيضاء الى خلايا القرن الجانبي للمادة السنجابية الموجودة في الشدفات الصدريـــة والقطنية العليا .

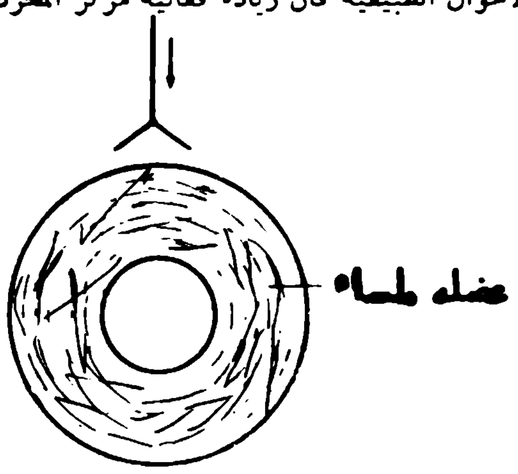
وتترك ليفة العصبة الثانية قبل العقدة **(Preganglionic Fibre)** الحبل الشوكي عن طريق جذور العصب الامامي مكونة الفرع الابيض نحو الجذع الودي ، حيث تشتبك هنا مع العصبة الثالثة او الليفة بعـــد العقـــدة **(Postganglionic Fibre)** (الفـــرع السنجابي) والتي تذهب الى الوعاء الدموي .

ان الناقل الكيمياوي في نهاية ما بعد العقدة هو النورادرينالـــين **(Noradrenaline)** ويحفظ مركز المحرك الوعائي الشرينات في حالة

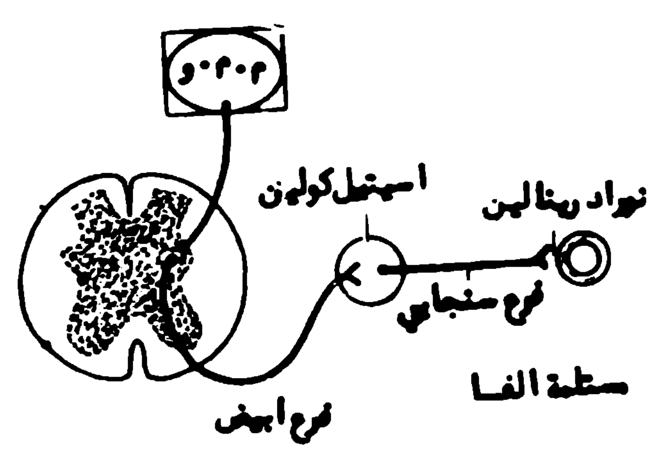
تضيق وعائي جزئي . فاذا ما ازدادت فعالية مركز المحرك الوعائي تصبح الشرينات عندئذ ضيقة اي تحصل زيادة في تضيق الاوعية

واذا ما قلت فعالية مركز المحرك الوعائي فان الاوعية الدموية ستعود لحالتها الاصلية في التوسع . وتسمى هذه الحالة بتوسع الاوعية .

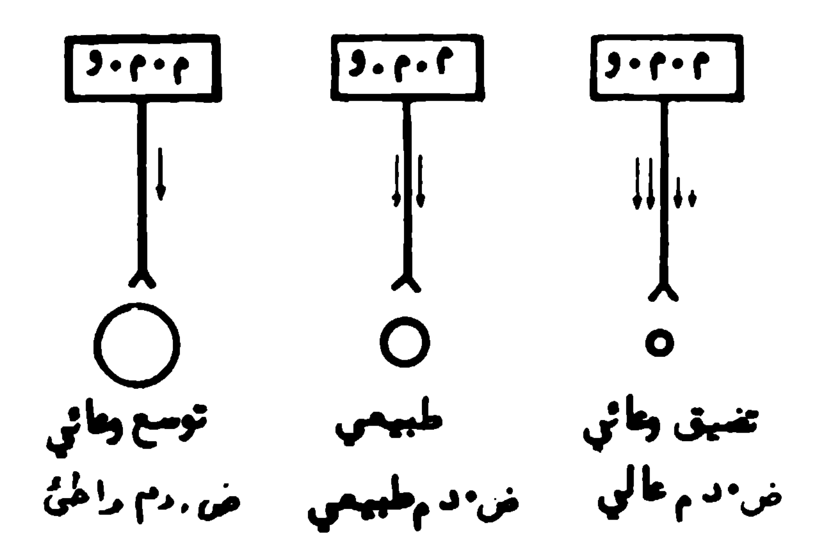
وفي الاحوال الطبيعية فان زيادة فعالية مركز المحرك الوعائي والتي



شكل ـ٣١ـ تحتوى الاوعية الدموية على عضلات ملساء في جدرانها . وتتقلص هذه العضلات عندما تصل الى الاوعية الدموية نبضات عن طريق الجهاز العصبي الودي فتقلل من سعة تجويفها . وهذه الحالة تسمى بالتضيق الوعائي .



شكل ـ٣٢ـ مسلك العصب من مركز المحرك الوعائي (م٠م٠و٠) الى الاوعية الدموية .



شكل ـ٣٣ـ تعتمد سعة الاوعية الدموية على الفعالية الودية المسيطر عليها بواسطة مركز المحرك الوعائي (م٠ح٠و) .

تسبب تضيق الاوعية ستحدث زيادة في ضغط الدم . بينما قلة فعالية مركز المحرك الوعائي تؤدى الى توسع الاوعية وبالتالي انخفاض ضغط الدم (شكل ٣٣) .

المستقبلات الضغطية (Baroceptors) :

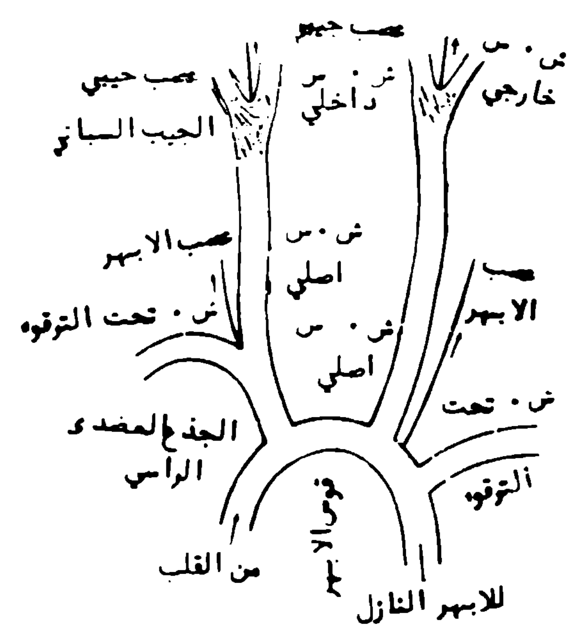
تحفظ المستقبلات الضغطية ضغط الدم في مستوى ثابت وهي مستلمات حسية توجد في جدران الاوعية الدموية في منطقة الجيب السباتي في الجذع العضدي الراسي **(Barocephalic Trunk)** وقوس الابهر **(Aortic Arch)** (شكل ٣٤) . وهذه المستلمات حساسة لضغط الدم ، وترسل المعلومات الخاصة بضغط الدم الى مركز المحرك الوعائي بشكل نبضات عصبية خاصة .

ان (شكل ٣٥) يرينا فعالية العصب المار خلال عصبة مستقبلة ضغطية نمطية في ثلاث مستويات من ضغط الدم . حيث نرى تموج الفعالية خلال الدورة القلبية ، وذلك لان ضغط الدم يختلف اثناء الدورة القلبية ، هذا وتزداد فعالية العصب ايضا بازدياد ضغط الدم .

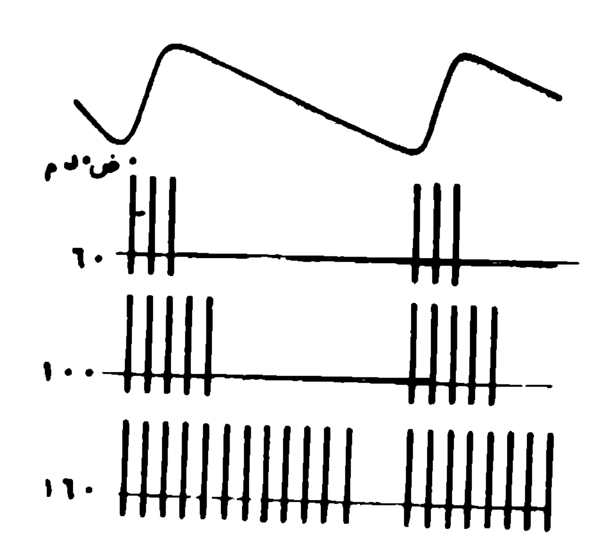
ان فعالية المستقبلة الضغطية تعمل ككابح لفعالية مركز المحرك الوعائي . حيث ان فعالية عصب المستقبلة الضغطية تثبط مركز المحرك الوعائي . ولذا فكلما ازدادت فعالية المستقبلة الضغطية ، كلما قل التوتر الودي الى الشرينات وتكون الاوعية عندئذ على اوسعها (شكل ٣٦) .

ان مثل هذه الالية تمد بتغذية استرجاعية سالبة والتي تميــــل لتقليل اي تغير في الضغط فاذا ما حدث ان ابتدأ ضغط الدم بالانخفاض كما في حالة اعطاء شخص لقنينة من الدم ، فان فعالية اعصاب المستقبلات الضغطية ستقل وستنتقل نبضات مثبطة اقل الى مركز المحرك الوعائي ويزول كابح المثبط ، وتزداد بذلك فعالية المحرك الوعائي ، مما تسبب زيادة تضيق الاوعية وهذه ستزيد من المقاومة المحيطية والتي ستمنّع من حدوث انخفاض كبير في ضغط الدم وعلى العكس فاذا ما كانت هناك اية نزعة لازدياد ضغط الدم ، فانه ستزداد فعالية المستقبلات الضغطيـــة وهذا ما يسبب زيادة تثبيط فعالية مركز المحرك الوعائي ، وسيقل التوتر الودي الى الشرينات مسببا توسعها وهذا التوسع الوعائي سيقلل من المقاومة المحيطة ويحد من زيادة ضغط الدم .

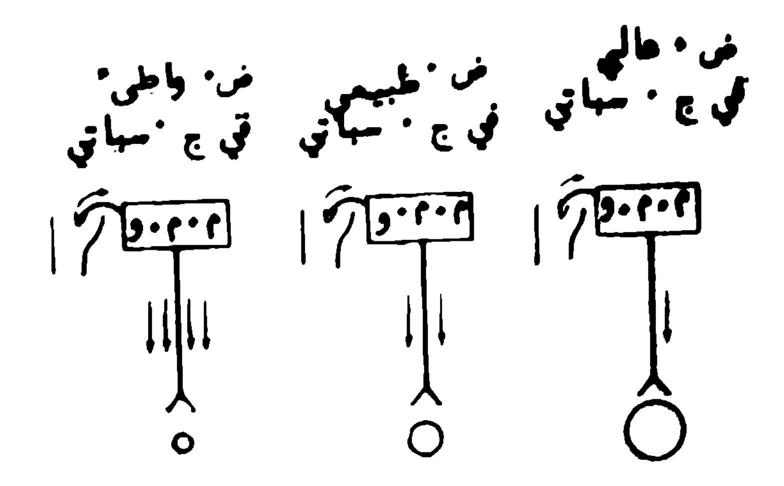
وعند ارتفاع ضغط الدم تزداد فعالية المحرك الوعائي وهذه الزيادة في فعالية المحرك الوعائي



شكل ـ٣٤ـ مستقبلات الضغط في الدوران . ترسل المناطق في قوس الابهر والجذع العضدي الراسي فعالية المستقبــــلات الضغطية الى عصب الابهر (فرع من المبهم) . وفعاليـــة المستقبلات الضغطية من الجيب السباتي تمر على طول العصب الجيبي والذي هو جـــزء من العصب اللساني البلعومي (التاسع) .



شكل ـ٣٥ـ فعالية مثالية لعصبة مستقبلة ضغطية في متوسط ثلاث ضغوط دموية . ويلاحظ بان فعالية المستقبلة الضغطية تحدث خلال الانقباض وفي بداية الانبساط وانهنالك فترة في نهاية الانبساط . والمخطط الاعلى هو للتموجات في ضغط الدم .



شكل ـ٣٦ـ ان فعالية المستقبلات الضغطية تثبط توتر التقلص الوعائي الودي للاوعية الدموية . وهي تميل للتقليل من اي تغيير في الضغط . ويطلق على اعصاب المستقبلات الضغطية «بالاعصاب الدارئة» .

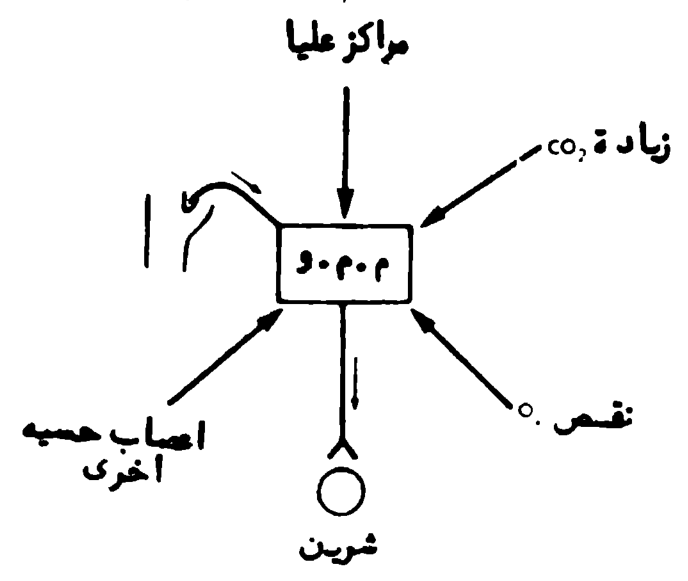
أ ـ تثبط مركز المحرك الوعائي وتسبب توسع الاوعية وهي ايضا تعمل على :
ب ـ المركز القلبي في النخاع وتقلل من سرعة القلب .
ج ـ المركز التنفسي وتقلل من التنفس .

العوامل الاخرى المؤثرة على مركز المحرك الوعائي :

اضافة الى المستقبلات الضغطية ، فهناك عوامل اخرى تحور في فعالية مركز المحرك الوعائي وبتغييرها للفعالية الودية الى الشرينات ، فانها بذلك تؤثر في ضغط الدم (شكل ٣٧)

وفي الشخص الواعي فان اهم عامل اضافي هو المراكز العليا . ونعني بذلك الاجزاء العليا من الجهاز العصبي المركزي وتشمل مناطق قشرة المخ حيث يظن ان الوعي يحدث فيها . ان الاثارات الانفعالية والكرب يصاحبها تنبيه لمركز المحرك الوعائي من المراكز العليا والتي تسبب زيادة في التضيق الوعائي ، وزيادة في المقاومة المحيطة ومن ثم زيادة في ضغط الدم . ولذا فان ضغط الدم المسجل تحت كرب الفحص السريري قد يكون اعلى مما لو لم يكن هنالك اي كرب .

ومن ناحية اخرى فان هناك بعض الحالات التي تقلل فيها المراكز العليا من فعالية مركز المحرك الوعائي ، وبذا يحدث توسع في الاوعية وتقل المقاومة المحيطية وكذلك ضغط الدم واذا ما هبط ضغط الدم الى



شكل ٣٧ـ العوامل الرئيسة المؤثرة في فعالية مركز المحرك الوعائي (م٠م٠و) .

مستوى واطىء ، فان الشخص عندئذ سيغمى عليه وهذا ما يحدث عندما يغمى على الشخص عند رؤيه الدم ، او عندما يغمى على المرضة عند اول دخولها لصالة العمليات وسبب ذلك يعود الى انخفاض توتر مضيق الاوعية الى الشرينات وكذلك الى انخفاض توتر مضيق الاوعية الى الاوردة كما سنرى ذلك فيما بعد .

ان كمية كافية من ثاني اوكسيد الكاربون يجب ادامتها في الدم كي تمكن مركز المحرك الوعائي من العمل بدقة وان فرط التنفس يكون مؤذيا ، حيث يؤدى الى طرد ثاني اوكسيد الكاربون من الدم ، واحد تاثيراته هو هبوط الضغط بسبب قلة فعالية مركز المحرك الوعائي .

ونقص الاوكسجين من ناحية اخرى ينبه مركز المحرك الوعائي بصورة مباشرة وعن طريق المتقبلات الكيمياوية **(Chemoreceptors)** . وفي المراحل الاولى من نقص الاوكسجين (الاوكسية **(Anoxia)** فان ضغط الدم يزداد وبسبب زيادة فعالية مركز المحرك الوعائي . وتنبه المتقبلات الكيمياوية مركز المحرك الوعائي بعد حدوث نزيف دموي .

وهناك اعصاب اخرى عديدة في الجسم تؤثر في فعالية مركز المحرك الوعائي . وبصورة عامة فان الألم معتدلا سينبه مركز المحرك الوعائي مسببا زيادة في ضغط الدم بينما الالم الحاد قد يثبط مركز المحرك الوعائي مؤديا للاغماء .

السيطرة الموضعية على الاوعية الدموية

ان جريان الدم الى اعضاء الجسم يتناسب مع حاجتها له . وهناك سيطرة الية تمكن من زيادة جريان الدم عند الحاجة

جريان الدم في العضلات :

تحتاج العضلات الى زيادة في جريان الدم اثناء التمارين . ويتم هذا بتوسع الاوعية للشرينات بسبب انتاج المثيضات **(Metabolites)** والمثيضات هذه فضلات انتجت بواسطة ايض العضلات وتتكون من ثاني اوكسيد الكاربون وايونات البوتاسيوم ومواد اخرى

وتعمل هذه على الشرينات فتبطل توتر مضيق الاوعية الودي مما تؤدي الى توسع هذه الشرينات .

فرط الدم الارتكاسي **(Reactive Hyperaemia)** :

اذا ما قطع الدم عن الذراع بنفخ كفة جهاز قياس ضغط الدم الى ما فوق ضغط الدم الانقباضي (٢٠٠ ملم زئبق) لمدة خمسة دقائق ، فان

المئيضات ستتجمع في الذراع وعند اعادة دوران الدم فسيمكن رؤية فعلها في توسع الاوعية . اذ يصبح الجلد حارا ومتوردا . وتظهر قياسات جريان الدم في العضلة والجلد زيادة ملحوظة فيه .

الالم الذاوي (Ischaemic Pain) :

عند عدم وجود دم كاف للتخلص من المئيضات في الفعاليات العضلية، فان ذلك سيؤدى الى الالم الذاوي ويمكن احداث مثل هذا الالم برفع اليد فوق الرأس ثم بسط قبضة اليد وضمها بسرعة . وبسبب ارتفاع الذراع فوق مستوى القلب ، فان جريان الدم اليها لن يكون كافيا مما يسبب حدوث الالم بعد فترة قصيرة . وللمقارنة فان نفس العملية تجري على الذراع الاخرى وهي في وضعها الطبيعي حيث لن يحدث اي الم كالذي حدث في الاخرى .

العرج المتقطع (Intermittent Claudication) :

ان التعب الذي يظهر في عضلات الساق اثناء المشي هو بسبب ذوى هذه العضلات ويطلق عليه بالعرج المتقطع .

ولا تحدث هذه الحالة اثناء الراحة ، ولكنها تظهر بعد مشي مسافة معينة ، وتختفي بعد دقائق من التوقف عن المشي .

ان هذا التجمع للمئيضات يكون بسبب تضيق او انسداد الشريانين الفخذي (Femoral) والمابضي (Popliteal) . وفي الحالات الشديدة فانه قد يختفي النبض المابضي والظنبوبي الخلفي (Posterior tibial) او نبض ظهر القدم (Dorsalis pedis) (الاشكال ٤٤،٤٥) وتجري عملية ترقيع شرياني لاعادة استمرارية دم الوعاء .

جريان الدم في العضلة القلبية (Heart muscle blood flow) :

يحتاج القلب الى كمية زائدة من الدم عندما يكون هنالك طرحا قلبيا كبيرا ، كما في التمارين . ويتم هذا بتوسع الاوعية الاكليلية (Coronary vessels) .

وتتوسع هذه الشرايين الاكليلية عندما يحدث نقص في اوكسجين العضلة القلبية المجاورة . ولذا فللقلب آلية موضعية لتنظيم تجهيز دمه . واذا لم تستلم خلايا العضلة القلبية كمية كافية من الاوكسجين لسد احتياجها . فان الاوعية الاكليلية تتوسع وذلك مما تزيد من تجهيز الدم للعضلة القلبية .

اللبحة الصدرية (Angina Pectoris) :

ان الالم المصاحب لذوي العضلة القلبية (Myocardial Ischaemic) يكون بسبب انسداد جزئي للاوعية الدموية الاكليلية ويسمى بالذبحة الصدرية . وهو يحدث عند الحركة او التمرين . ولن يكون الالم محصورا في القلب وحده بل انه الم رجيع (Referred Pain) ياخذ شكل تضيق محكم حول الصدر وقد يمتد اسفلا داخل الذراع .

ان النايترايت (Nitrites) وبعض النايترات (Nitrates) توسع الاوعية الدموية الاكليلية . فمثلا ان اقراص ترابنايترات الكليسريل (Glyceryl Trinitrate) والتي توضع تحت اللسان لتذوب ببطيء ، او تبتلع على شكل كبسولات بطيئة التحرير ، تستعمل للتفريج عن الهجمات الحادة لذوي العضلة القلبية . وتؤخذ ايضا احتياطا لهجمة الذبحة الصدرية قبل المشي (ان هذه المركبات مع الاسف تسبب ايضا توسع الاوعية الدموية الدماغية مما قد تؤدي الى الم الراس بسبب النايترايت) .

وعند انسداد الاوعية الدموية الاكليلية تماما (خثار الاكليلي) فان الالم عند ذلك يبقى حتى عند الراحة .

جريان الدم في الغدة اللعابية (Salivary gland Blood flow) :

ان الغدد اللعابية تعطي نموذجا لعضو يزيد من تجهيز دمه بواسطة الفعالية العصبية . وللغدد اللعابية عصب لاودي(Parasympathetic) موسع للاوعية حيث يزيد من تجهيز الدم للغدد عند زيادة افراز اللعاب . وهذا مهم حيث ان اللعاب يتكون من الدم .

جريان الدم في الجلد (Skin Blood Flow) :

ان الجلد هو العضو الوحيد في الجسم والذي ليس لتجهيزه بالدم علاقة بالحاجات الايضية وينظم الجسم تجهيز الجلد بالدم لتنظيم درجة الحرارة ككل . فعندما يكون الجسم حارا جدا تتوسع الاوعية الدموية للجلد ، اذ ان الدم يرسل الى الجلد للتخلص من الحرارة الزائدة . واذا ماكان الجسم باردا جدا تتضيق الاوعية الدموية . ويظل الدم بعيدا عن الجلد كي يحفظ الحرارة ، ويحافظ عليها في الجسم . ان جزءا من هذا التغيير في جريان الدم في الجلد يكون بتأثير الحرارة المباشر على أوعية الجلد الدموية (فالحرارة توسع الاوعية الدموية والبرودة تضيقها) . والجزء الاخر يكون بتأثير مركز تنظيم درجة الحرارة الواقع تحت المهاد (Hypothalamus) والذي يغير التوتر الودي في اوعية الجلد الدموية فيقل التوتر الودي

اثناء الحرارة وتتوسع عنده الاوعية الدموية . اما عند البرودة فان التوتر الودي يزداد وتتقلص الاوعية الدموية . وان اوعية الجلد الدموية حساسة ايضا للمنبهات الالية والكيمياوية واستجابتها لها تسمى تفاعلات الجلد .

تفاعلات الجلد

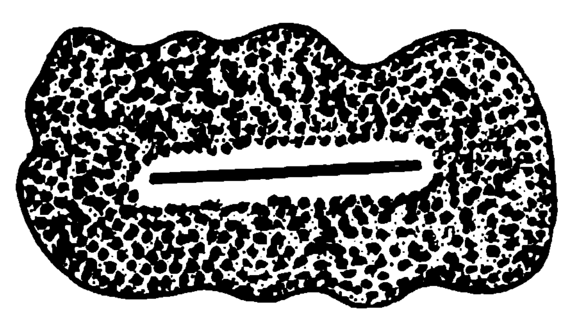
SKIN REACTIONS

الخط الابيض (White Line) :

اذا ماخط بالنهاية غير الحادة من دبوس عبر الجلد ، فانه بعد فترة مقدارها حوالي ١٥ ثانية ، يظهر خط ابيض فوق منطقة الخط . ويعود السبب في هذا الى تضيق الشعريات الدموية وخروج الدم منها نتيجة الضغط عليها .

الاستجابة الثلاثية (Triple Response) :

واذا ما استعملت النهاية الحادة من الدبوس فانه بدلا من الخط الابيض يظهر خط احمر وبهذا الضغط الاقوى تتوسع الشعريات الدموية ، وهذا التوسع هو الذي يظهر الخط الاحمر (شكل ٣٨) .



شكل ـ٣٨ـ الاستجابة الثلاثية . ان الخط الاحمر والجبار محاطان بالوهج .

ويحيط بالخط الاحمر وهج احمر وسببه توسع الشرينات . ويحدث التوسع في الشرينات فقط اذا كانت الاعصاب الحسية سليمة وذلك بسبب المنعكسات المحورية **(Axon Reflexes)** .
فالاعصاب الحسية من الجلد والتي تدخله عن طريق جذور العصب الخلفي للحبل الشوكي ، ترسل تشعبات الى الاوعية الدموية على مقربة من المستلمات الحسية (شكل ٣٩) وترسل المستلمات الحسية في الجلد نبضات عصبية لا الى الحبل الشوكي فقط ولكن لحواليها ايضا عن طريق

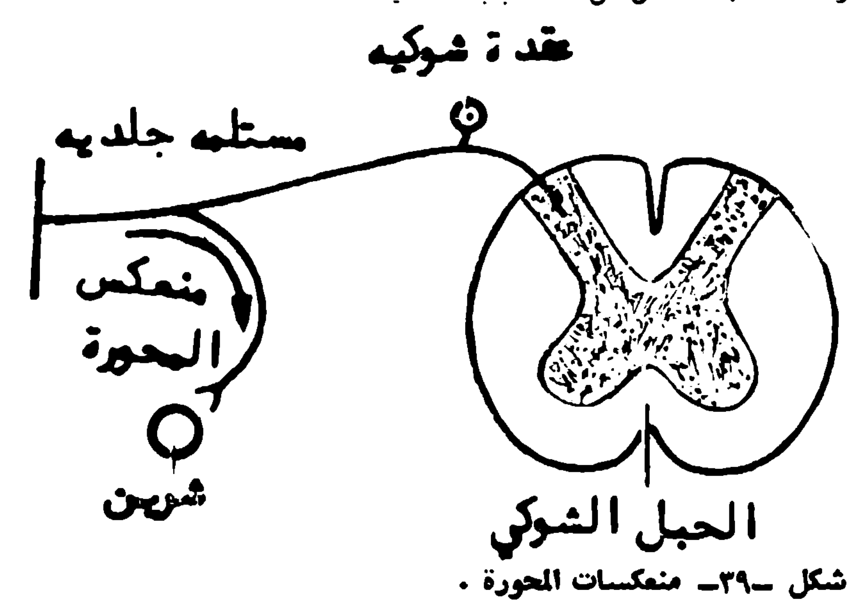
منعكس محورة الى الشرينات وهذه هي النبضات التي تسبب توسع الشرينات ولمنطقة الوهج توزيع شريني وتظهر حدا غير منتظم

وترتفع المنطقة ايضا بسبب زيادة انتاج السائل النسيجي كنتيجة لزيادة نفوذية الشعريات ويطلق على المنطقة المرتفعة بالجبار (Wheal) ان الحوادث الثلاثة التي تحصل وهي الخط الاحمر ، الوهج والجبار يطلق عليها اسم الاستجابة الثلاثية

ويحدث الجلد نفس الاستجابة الثلاثية كيفما كان مقدار اذاه فالخدش بالدبوس او الاحماض او القلويات او الحرارة او البرودة او التيار الكهربائي كلها تسبب نفس الاستجابة . ويعتقد بأن كل هذه العوامل تسبب ضررا للجلد ، حيث يصاحبه تحرر مادة الهستامين وان حقن الهستامين نفسه يسبب استجابة ثلاثية مثالية

ويتحرر الهستامين ايضا في الجلد كنتيجة لتفاعل مستضد الضد . ولذا فعندما يصبح الشخص ارجيا (Allergic) لنوع من الطعام كالتوت البري او سرطان البحر ، فان بروتين هذا الطعام سيعمل كمستضد ويعمل الجسم مادة الضد والتي تحطم هذا المستضد . ان تفاعل مستضد الضد يحرر الهستامين ، وتحرير هذا الهستامين هو الذي ينتج طفح الجلد المصاحب لهذه الارجيات والهستامين المحرر يسبب ايضا الشنج القصبي (Bronchospasm)

ان العقاقير ضد الهستامين مواد لها خاصية معاكسة لفعل الهستامين ولذلك فانها ستقلل من الاستجابة الثلاثية



شكل -٣٩- منعكسات المحورة .

توسع الاوعية المفرط المؤدي لهبوط ضغط الدم :

تلغى الاليات الموضعية التوتر التضيقي فتسمح بذلك للاوعية بالتوسع . ولاجل المحافظة على نفس مستوى ضغط الدم فان تضيق الاوعية يحدث في الاجزاء التي لا زالت تحت تاثير مركز المحرك الوعائي . واذا لم يكن التضيق ممكنا ، فان ضغط الدم عند ذلك يهبط ويغمى على الشخص . وفي الحالات الشديدة قد يتوقف الدوران كليا . وكمثال على ذلك حدوث الاغماء عند القيام بالتمارين في جو حارا جدا او من صدمة تاقي (Anaphylactic Schock) المصحوبة بتحرر الهستامين بكمية مفرطة .

هرمونات لب الكظر (Adrenal Medulla Hormones)

تحرر لب الكظر خليط من الادرينالين والنورادرينالين (كاتيكول امين) كهورمونات وللنورادينالين فعل عام في تضيق الاوعية ، بينما يضيق الادرينالين اوعية الجلد الدموية ولكنه يوسع عضلات الاوعية الدموية وكلاهما يزيد من قوة تقلص القلب

الانكيوتنسين (Angiotensin)

الانكيوتنسين مادة ببتادية صغيرة (٩ احماض امينية) تتكون عندما يحرر الرينين (Renin) بواسطة الكليتين

انكيوتنسينوجين + رنين ⟵ انيكوتنسين
(بروتين بلازمي)

ان الانيكوتنسين يدور في الدم مسببا التضيق الوعائي

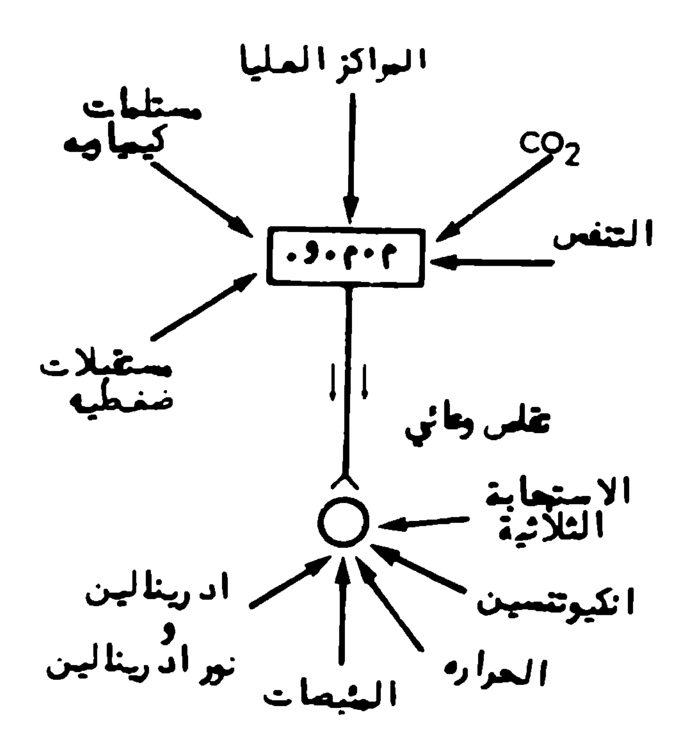
خلاصة للعوامل المؤثرة على سعة الشرين :

ان العوامل الاساسية والتي تعين سعة شرين ما ملخصة في (شكل ٤٠) .

النبـــض
PULSE

ان الاشكال (٤١–٤٥) تبين اماكن الجسم التي يمكن فيهـا جس النبضات الشريانية بسرعة وغالبا ما يمكن رؤيتها

وعند استعمال النبض لتعيين سرعة القلب ، فان الهدف من ذلك هو تعيين الدورة القلبية الكاملة في دقيقة واحدة ولذا فيجب ان يبدأ



شكل ـــ ٤٠ـــ العوامل المؤثرة في سعة شرين .

التوقيت مع اول نبضة . وهذه النبضة الاولى يجب عدها صفرا والنبضة التالية لها عدها واحدا ثم اثنين وهكذا

ففي المسطرة او شريط المقياس المستعمل لقياس المسافة ، فان التدريج فيها يبدأ بالصفر وليس بالواحد وان نفس هذا الاعتبار يطبق في تعداد سرعة القلب .

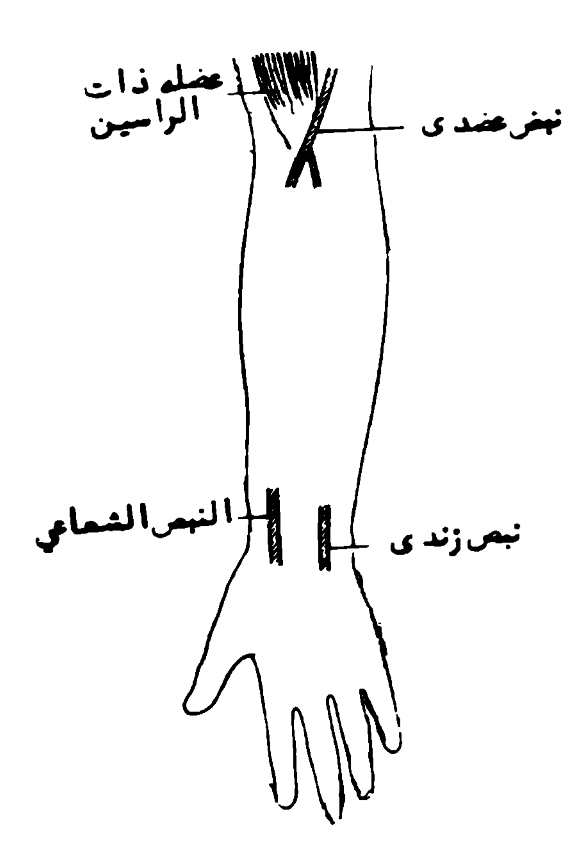
ان النبض الكعبري **(Radial Pulse)** غالبا ما يستخدم لتعيين سرعة القلب . ومن المهم ان نتذكر بان التغييرات في ضغط الدم في الشريان الكعبري ، هي التي يشعر بها عند اخذ النبض . فالارتفاع السريع في الضغط من ٨٠ ملم زئبق الى ١٢٠ زئبق عند الانقباض ينتقل بسرعة خلال الشجرة الشريانية بسرعة تقرب من ستة امتار في الثانية وان

الزمن اللازم لوصول هذا التغير في الضغط الى الرسغ $\frac{١}{١٠}$ من الثانية

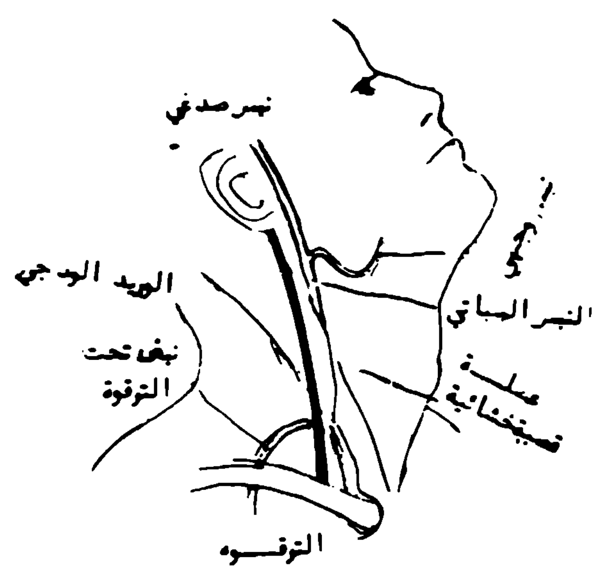
ويجب الحرص في التمييز بين ضغط الدم وجريان الدم . فالدم

المضخ من القلب في كل ضربة يجري ببطىء اكثر ويحتاج لعدة ثواني قبل حدوث عدة ضربات قلبية بعدها

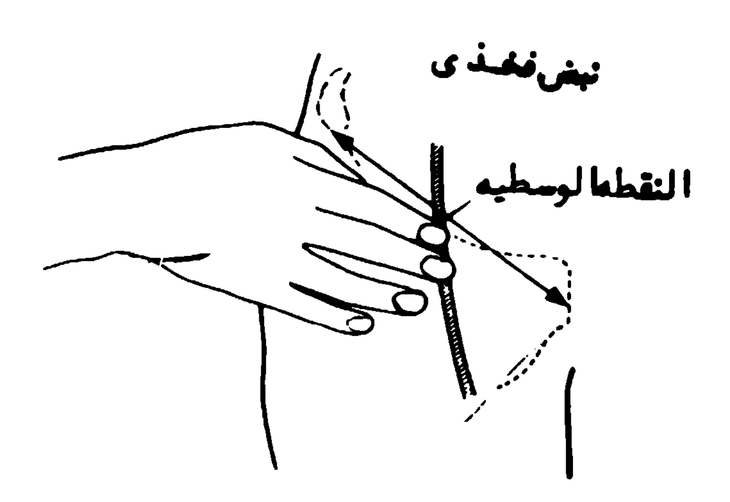
وعلى الرغم من ان وجود النبض يؤكد كون قنوات الاوعية الدموية الرئيسية مفتوحة بين القلب وموضع اخذ النبض ، فان عدم وجود النبض لا يعني مطلقا عدم جريان الدم في الشريان اذ ان تموج ضغط الدم في الشريان بين الضغط الانقباضي (١٢٠ ملم زئبق) والضغط الانبساطي (٨٠ ملم زئبق) ، هو الذي يسبب حدوث النبض . فان لم يكن هنالك فرقٌ في الضغط لسبب ما ، وان الضغط هو متوسط الضغط الذي يبلغ ١٠٠ ملم زئبق ، فان جريان الدم لازال مناسبا ولكنه لايوجد اي نبض .



شكل ـ١٤ـ النبض القابل للجس في الساعد . لتعيين سرعة النبض فان العد يبدأ من الصفر وليس من الواحد.



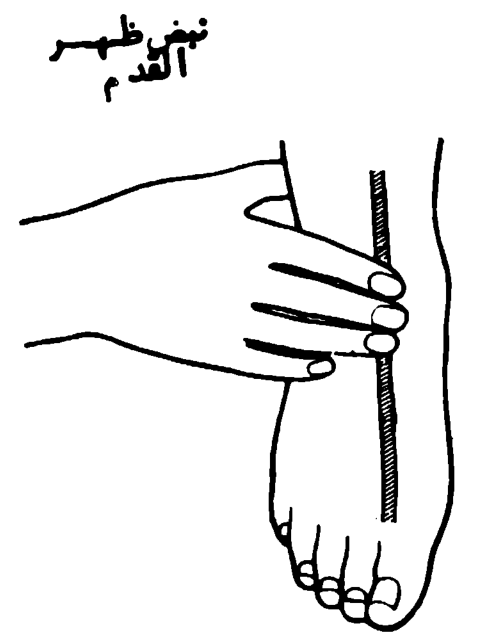
شكل -٤٢- النبض في منطقة الراس والرقبة . ان النبض الوريدي في الوريد الودجي الخارجي يمكن رؤيته فقط عندما يكون الشخص راقدا . ولا يمكن جس هذا النبض .



شكل -٤٣- النبض الفخذي . ويوجد هذا في الوسط بين الشوكة الحرقفية العلوية الامامية والارتفاق العاني .



شكل ـ٤٤ـ النبض الظنوبي الخلفي . ويوجد هذا خلف الكعب الانسي.



شكل ـ٤٥ـ نبض ظهر القدم . ويكون هذا في الوسط بين الكعبين .

ان وجود المقاومة لجريان الدم قريبا من نقطة القياس هي التي تسبب زوال فرق الضغط بين الانقباض والانبساط ولذا فان وجود المقاومة الشرينية تزيل تموجات الضغط من الشعريات ، وكذلك فان

وجود انسداد في الشجرة الشريانية يبعد او يحور النبض وفي حالة الانسداد الكاملة فان الدم سيجري في قنوات مفاغرة (Anastomotic Channels)

وعند الرقود فان نبض الوريد الودجي (Jugular) يمكن عادة رؤيته على جانب الرقبة (شكل ٤٢) وذلك لقلة تغيرات الضغط المنتقلة من الاذين الايمن حيث يظهر ثلاث حدود عظمى (أ ، ج ، د) في كل دورة قلبية. وهذا الضغط الوريدي ضعيف جدا لا يمكن جسه .

تضيق الابهر (Coarctation of the Aorta) :

ان وجود انسداد في الابهر في موضع القناة الشريانية (Ductus Arteriosus) يطلق عليه اسم تضيق الابهر . ويصل الدم الى الاطراف السفلى عن طريق تفاغر . والنبض في الشرايين الواسعة بين الاضلاع يمكن الحس بها احيانا كما هو عند وضع اليد تحت ظهر المريض لرفعه .

وقد يكون النبض في الاطراف السفلى ضعيفا او معدوما وان ضغط الشريان الفخذي يكون اقل من ضغط الشريان العضدي .

قياس ضغط الدم

MEASUREMENT OF BLOOD PRESSURE

ان الطريقة العادية المتبعة في قياس ضغط دم المريض هي استخدام للطريقة التي طورها كوروتكوف (Korotkov) عام ١٩٠٥ . اذ تلف كفة قابلة للنفخ حول اعلى الذراع بصورة مريحة وليست ضيقة بعد ترك مسافة بوصتين بين الحافة السفلى للكفة وحفرة ثنية المرفق (Cubital Fossa) . ثم تنفخ الكفة باستعمال منفاخ يدوي ويقاس الضغط باستعمال مقياس الضغط وتسمى هذه الالة بالة قياس ضغط الدم (Sphygmomanometer) .

ان نبض الشريان العضدي يحس في منطقة حفرة ثنية المرفق . اذ انه يقع على الجانب الانسي من وتر العضلة ذات الراسين والنبضات الشريانية غالبا ما تشاهد اذا ما بسطت الذراع كليا

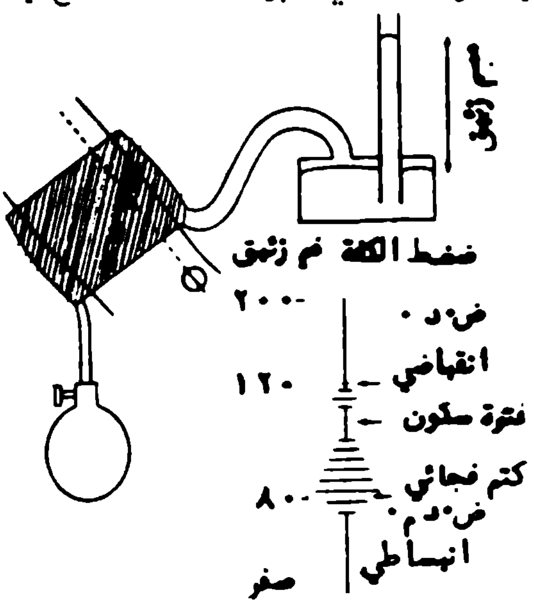
ويجب الملاحظة بانه لا يمكن استعمال السماعة لتعيين موضع الشريان العضدي ، حيث ان جريان الدم في الشريان يكون طبقيا ولا يمكن سماع الاصوات حتى يتم نفخ الكفة

ثم يجس النبض الكعبري في الرسغ ، وبينما تكون اصابع احدى

اليدين على النبض ، فان اليد الاخرى تستعمل لنفخ الكفة الى ضغط فوق ذلك الذي يختفي فيه النبض . وهذا يضمن انتفاخ الكفة الى ما فوق اية فترة سكون ان وجدت (شكل ٤٦)

ثم توضع السماعة فوق الشريان العضدي ويبدأ بتخفيض ضغط الكفة ببطء . وحتى يمكن المحافظة على هبوط ثابت في الضغط ، فان صمام الاطلاق يجب فتحه اكثر فاكثر بينما يهبط الضغط .

وبينما يستمر الضغط في الهبوط ، فانه لا تسمع اية اصوات حتى



شكل ـ٤٦ـ تسجيل ضغط الدم في الشريان العضدي باستعمال آلة قياس ضغط الدم . تنفخ الكفة الى ما فوق الضغط الانقباضي (وتعين باختفاء النبض الشرياني) . وتوضع السماعة على الشريان العضدي في المرفق . والاصوات المسموعة (اصوات كوروتكوف) ممثلةبالخطوط المستعرضة في القسم الاسفل من الشكل ويدل عرض الخط على شدة الصوت . والنقطة التي تسمع فيها اولا اصوات القرع هي ضغط الدم الانقباضي . والنقطة التي تنكتم فيها فجاة هذه الاصوات هي ضغط الدم الانبساطي . ويحدث احيانا انه عند خفض ضغط الكفة ، فان اصوات القرع تختفي في حدود بين الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي . وتعرف هذه بفترة السكون . ولا توجد فترة السكون في الحالات الطبيعية .

يصل الى مستوى الضغط الانقباضي عندها تسمع اصوات قرع في السماعة توافق سرعة القلب . ويلاحظ الضغط الذي ابتدأت فيه اولا ظهور هذه الاصوات على المقياس . وبينما يستمر الضغط في الانخفاض ، فان الاصوات تصبح اكثر علوا ولكنها تتغير فجأة في نوعيتها عند الضغط الانبساطي حيث تصبح مكتومة وعند هبوط الضغط اكثر قليلا فانها تختفي كلية ولن تعود بعد ذلك والنقطة ألتي اكتمت فيها تلك الاصوات تعتبر الضغط الانبساطي

فترة السكون (Silent Interval) :

يحدث احيانا عند قياس ضغط الدم لمريض مفرط التوتر (Hypertensive) وجود فترة سكون(شكل٤٦) . اذ بينما ينخفض الضغط من ٣٠٠ ملم زئبق فقد يبدأ قرع الاصوات مثلا عند حد ٢٢٠ ملم زئبق مظهرا ضغط دم انقباضي عال . وفي حوالي ١٨٠ ملم زئبق تختفي الاصوات وتعود ثانية في حدود ١٥٠ ملم زئبق معطية فترة سكون بين الضغطين . وعند استمرار الضغط بالهبوط فان الصوت يصبح مكتوما عند ١٠٠ ملم زئبق ويختفي عند ضغط ٨٥ ملم زئبق ولا يعود بعد ذلك ابدا . وضغط هذا المريض هو ٢٢٠ ملم زئبق في الانقباض و ١٠٠ ملم زئبق في الانبساط .

وعلى الرغم من ندرة حدوث فترة السكون نسبيا ، الا انها تكون كمصيدة لغير الحذرين حيث يقع فيها اولئك الذين اعتادوا قياس ضغط الدم برفع الضغط فقط الى ١٦٠ ملم زئبق بدلا من رفعه حتى اختفاء صوت النبض الشعاعي كما ذكرنا . اذ كما يتبين من (الشكل ٤٦) فانه قد تفقد الحدود العليا لاصوات كوروتكوف ويعتبر الضغط الانقباضي ١٥٠ ملم زئبق بدلا من مقداره الحقيقي ٢٢٠ ملم زئبق كذلك فان الضغط الانقباضي قد يكون صحيحا ولكن الضغط الانبساطي يعتبر خطأ ١٧٥ ملم زئبق .

وعند اختفاء الاصوات تحت الضغط الانبساطي بعد فترة وجيزة ، فانه من الضروري الاستمرار في خفض الضغط للتأكد من عدم عودة الاصوات مرة اخرى . وهذا يضمن عدم كون الشخص في القسم الاعلى من حدود اصوات كوروتكوف .

وعند استعمال السماعة فان من الضروري ادخالها الى الاذنين بالطريقة الصحيحة اذ يجب ان تكون قطعتي الاذن باتجاه نحو الاسفل والى الامام عندما تنظر من فوق ويجب الحذر من لمس الانابيب المطاطية ، حيث قد تسبب حدوث اصوات دخيلة . وبما ان اصوات كوروتكوف ضعيفة جدا ، فانه يكون من الصعب سماعها في جو صاخب .
ومن المهم عدم ترك الكفة منفوخة اكثر مما هو ضروري كذلك

يجب خفض الضغط داخل الكفة الى الصفر بعد كل قياس .

وعند اغلب الاشخاص فان ضغط الدم يتماوج في حدود ١٠ ملم زئبق بسبب التنفس ولذا فانه ليس من الضروري تسجيل الضغط بدقة الى حد ملميتر واحد (اي مثلا ٨٢/١١٧) ، الا اذا سجل طور التنفس في كل من القراءتين . وعليه فان تقريب القراءة الى اقرب ٥ ملم زئبق او حتى ١٠ ملم زئبق تكون كافية عادة .

ضغط الدم الفخذي (Femoral Blood Pressure) :

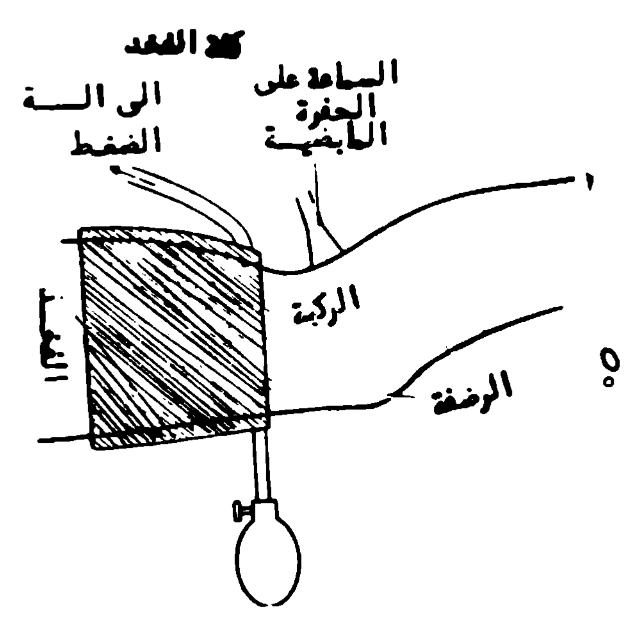
والطريقة نفسها يمكن استخدامها لتعيين ضغط الدم في الشريان الفخذي او المابضي . ولسعة محيط الفخذ ، فانه يجب استعمال كفة ضغط دم اعرض تدعى بكفة الفخذ . ويرقد الشخص ووجهه الى الاسفل وتثبت كفة الفخذ حول الفخذ (شكل ٤٧)

وبنفس الطريقة التي اتبعت في الذراع تتبع هنا لقياس ضغط الدم الفخذي . ويجس نبض الشريان الظنبوبي حيث يسير خلف الكعب الانسي (بدلا من الشريان الكعبري) . وتوضع السماعة فوق مركز الحفرة الظنبوية خلف الركبة بدلا من حفرة ثنية المرفق في المرفق (شكل ٤٧) . ويقاس ضغط الدم الفخذي باستعمال اصوات كوروتكوف كما هو الحال في قياس الضغط العضدي وتبدأ هذه الاصوات عندما يخفض الضغط في الكفة الى الحد المساوي لضغط الدم الانقباضي الفخذي وتصبح مكتومة عندما تصل الى الضغط الانبساطي

تسجيل ضغط الدم في مريض عديم النبض :

اذا كان المريض عديم النبض فلا تسمع عندئذ اصوات كوروتكوف . ولذا ففي هذه الحالة تستعمل الطريقة التالية لقياس ضغط الدم . ترفع الذراع الى الاعلى لافراغ الاوردة والشعريات من الدم ومن ثم يرفع الضغط في الكفة بسرعة الى ٢٠٠ ملم زئبق او اعلى بقليل لوقف جريان الدم وتخفض بعد ذلك الذراع حيث تكون انذاك شاحبة اللون .

يخفض ضغط الكفة بمراحل كل ١٠ ملم زئبق . منتظرين بعد كل تخفيض في الضغط تغير اللون حيث يبين عودة الدم للذراع ويلاحظ ضغط الكفة عند حدوث تغير اللون وانتفاخ الاوردة في ظهر اليدين بنفس الوقت . ان هذا الضغط هو تماما تحت ضغط الدم الانقباضي ، او اذا لم يكن هنالك نبض وان ضغط الدم الانقباضي والانبساطي متساويين ، فانه سيكون تماما تحت متوسط ضغط الدم .



شكل ـ٤٧ـ تعيين ضغط الدم الفخذي باستعمال آلة قياس الضغط . تثبت كفة للفخذ اعرض من كفة الذراع على الفخذ على ان يكون الشخص مستلقيا على وجهه . تنفخ الكفة الى ما فوق الضغط الدموي الفخذي (ويعين ذلك باختفاء النبض الظنبوبي او نبض ظهر القدم شكل ٤٤و٤٥) . ثم توضع السماعة على الحفرة المابضية ومن ثم يخفض الضغط في كفة الفخذ بمهل حيث تسمع نفس اصوات كوروتكوف كما في كفة العضد على الذراع .

ضغط الدم وجاذبية الارض :

بسبب جاذبية الارض فان ضغط الدم يزداد ١٠ ملم زئبق في ال ١٢ سم اسفل القلب . وهو ينخفض فوق القلب بنفس المقدار . ولذا فان ضغط الدم الانقباضي سيكون ٢١٠ ملم زئبق في القدمين ولكنه سيكون ٩٠ ملم زئبق فقط في الدماغ في وضع الانتصاب ويكون الضغطان متساويين عند وضع الرقود (١٢٠ ملم زئبق)

ضغط الدم العالي (فرط التوتر) (Hypertension)

اذا كان ضغط الدم عاليا جدا فان الحالة تسمى بفرط التوتر والمستوى المضبوط الذي لا يبقى معه ضغط الدم طبيعيا ويدخل في حدود فرط التوتر كان ولا زال مثار مناقشات ، حيث ان المهم هو جريان الدم

وليس ضغط الدم . وقد اقترح بان يكون فرط التوتر موجودا عندما يكون الضغط الدم اعلى مما كان يتوقعه الشخص المشرف على الحالة .

ان الضغط الانقباضي الطبيعي هو ١٢٠ ملم زئبق عند الراحة ، ولكنه قد يزداد الى ١٦٠ ملم زئبق او اعلى عند الاثارات الانفعالية. ويبلغ الضغط الانبساطي الطبيعي ٨٠ ملم زئبق اثناء الراحة ويرتفع ايضا ، ولكن قليلا ، اثناء الاثارات الانفعالية . ان الضغط الانبساطي فوق ١١٠ ملم زئبق في حالة الراحة هو غير طبيعي ومن المحتمل ان يكون علامة وجود فرط التوتر . وفي حالة التوتر الشديد ، فلا يوجد هناك اي شك في ذلك . وقد سجل ضغط دم انقباضي وصل لاكثر من ٣٠٠ ملم زئبق .

يحدث فرط التوتر جهدا على البطين الايسر من القلب حيث ان على هذا المخدع ضخ الدم في هذا الضغط المرتفع . وهو يؤدي حتما الى قصور القلب **(Heart Failure)**

ان ارتفاع ضغط الدم في فرط التوتر قد يسبب انفجار الاوعية الدموية . وان الشرايين العدسية المخططة **(Lenticulostriate)** في الدماغ سريعة التأثر على الاخص وانفجارها (حادث وعائي مخي) يؤدي الى نزف مخي والذي يعترض الالياف الحركية من القشرة الحركية **(Motor Cortex)** الى الحبل الشوكي ، وتكون النتيجة الشلل في الجانب الاخر من الجسم (الشلل النصفي **(Hemiplagia)** ∙ (ان خثارا او شنجا في هذه الاوعية غير مصحوب بفرط التوتر ، قد يحدث اعراضا مشابهة) .

ان فرط التوتر يكون نتيجة طرح قلبي عال او مقاومة محيطية عالية. وفي معظم الحالات فان الطرح القلبي يكون طبيعيا وان طرق معالجة الحالة تهدف عادة الى التقليل من المقاومة المحيطية .

ان (شكل ٤٨) يظهر المواضع الرئيسة حيث تتبع الخطوات لتخفيض ضغط الدم .

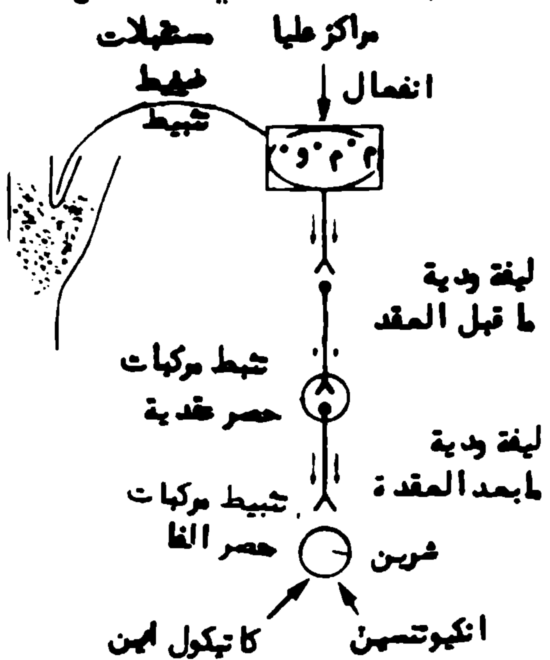
ان تأثير المراكز العليا على مركز المحرك الوعائي يمكن تقليله باستعمال المسدرات **(Sedatives)** والمهدئات **(Tranquilizers)** ∙

وفي حالة فرط التوتر ، فان مستقبلات الضغط تكون قد اعادت تنظيمها للمستوى الجديد وكنتيجة لذلك فان فعالية مستقبلات الضغط تكون غير كافية لتثبيط مركز المحرك الوعائي لتحول دون ارتفاع ضغط الدم . وهذا التثبيط من الممكن زيادته بتنبيه اعصاب مستقبلات الضغط كهربائيا باستعمال مسارات كهربائية مغروسة وعلى كل حال يجب ان لاننسى بان اعصاب الجيب والابهر تحوي الياف مستقبلات

الضغط والمستلمات الكيماوية معا ، وذلك التنبيه لالياف اعصـــاب المستلمات الكيمياوية سيزيد من ارتفاع ضغط الدم اكثر .

تصل فعالية مركز المحرك الوعائي خلال الجهاز العصبي الودي . ويمكن اعتراض مسالك الودي بعملية قطع الودي . وكبديل لذلك يمكن استعمال مركبات الحصر العقدي كالهيكساميثونيوم (Hexamethonium) لمنع انتقال نبضات العصب من الياف ما قبل العقد الوديّة الى الياف ما بعد العقد الودية في العقد الودية .

يحرر النور ادرينالين كناقل كيمياوي في نهايات ما بعد العقـــد الودية . ولذلك يمكن استعمال الادوية التي تثبط تركيب النورادينالين وحصر تحرره وفعله او تسبب سرعة تحطمه في هذا الموضع .



شكل ٨-٤ــ فرط التوتر . العوامل المؤثرة على التوتر الشريني . ان تخفيض المقاومة المحيطية ومن ثم تخفيض ضغط الدم ، يمكن ان يتم بعدد من الطرق التي تثبط تحرر النورادرينالين في النهاية الودية لما بعد العقدة .

ان سبب فرط التوتر في اغلب الحالات غير معروف (فرط التوتر الاساسي) . واحيانا فان علاج السبب يشفي الحالة . فمثلا ان ذوي الكلية سيحرر الرينين والتي تؤثر في بروتين البلازما مكونة الببتايد انكيوتنسين.

والانكيوتنسين هو عامل مضيق للاوعية قوى ، واذا ما تكون بكمية كافية فسيحدث حالة فرط التوتر . فاذا رفعت الكلية المريضة ، وتركت الكلية السليمة في محلها ، فان الضغط سيعود الى حالته الطبيعية .

ان ورم القوائم (Pheochromocytoma) لغدة لب الكظر الصماء ينتج كميات زائدة من هورمونات الادرينالين والنورادينالين والتي تسبب فرط التوتر بتأثيرها على القلب والاوعية الدموية . لذا فان رفع الورم يزيل فرط التوتر هذا .

ان داء كوشنك (Cushing's disease) بسبب زيادة انتــــاج الكورتيدات من قشرة اللب يصاحبه فرط التوتر لزيادة حجم الدم .

هبوط الضغط خلال الدوران

ان الحد الاقصى لضغط الدم في الابهر هو ١٢٠ ملم زئبق ، وحده الادنى هو ٨٠ ملم زئبق ، ومقداره المتوسط هو حوالي ١٠٠ ملم زئبق . فان الدم يجري من الشرايين الى الشرينات ومن ثم خلال الشعريات الى الاوردة بسبب استمرار هبوط الضغط . ويجري الدم من منطقة عالية الضغط الى اخرى واطئة الضغط . ويكون مقدار هبوط ضغط الدم خلال جريانه في الشرايين ضئيلا ولكنه يهبط اكثر خلال جريانه في الشرينات . اذ يهبط الضغط من ١٠٠ ملم زئبق في النهاية الشريانية الى ٣٢ ملم زئبق في النهاية الشعرية للشرين .

وهناك هبوط اخر في الضغط الى ١٢ ملم زئبق اثناء جريان الدم خلال الشعريات وهبوط اخر من ١٢ ملم زئبق الى الصفر ملم زئبق اثناء عودة الدم في الاوردة .

ان الانخفاض الكبير في الضغط والذي يحدث في الشرينات هو بسبب مقاومتها للجريان . اذ لو اراد عدد كبير من الاشخاص مغادرة قاعة بسرعة من خلال باب صغير ، فسيكون هناك ضغطا عاليا في القاعة ولكن ما ان يخرج شخص من خلال المقاومة والتي هي الباب هنا ، حتى يختفــي الضغط . ولذا فان هنالك ضغطا عاليا قبل المقاومة وضغطا واطئا بعدها .

وفي الدوران فان المقاومة المحيطية الرئيســة تقع في الشرينات ولذا فانه يوجد ضغط عال قبل الشرينات وضغط واطىء بعدها

ان (شكل ٤٩) يظهر هبوط الضغط في الوقت الذي يجري فيه الدم من الشرايين خلال الشرينات والشعريات الى الاوردة تماما كتيار يهبط من تل . ولذا فالدم يجري من منطقة ذات ضغط عال الى منطقة ذات ضغط واطىء .

وبسبب مطاطية الابهر والشرايين الكبيرة ، وللمقاومة التي تعطيها الشرينات ، فان الشعريات تجهز بالدم باستمرار . وان الارتداد المطاطي للشرايين يديم الجريان اثناء الانقباض عندما لا يكون هنالك دما خارجا من القلب . واذا ما قطع شريان فان الدم سيتدفق منه ، وكل دفقة ما هي الا نتيجة زيادة ضغط الدم من ٨٠ ملم زئبق الى ١٢٠ مليم زئبق في كل انقباض بطيني . ولا يتدفق الدم عند قطع شعرية بل يسيل سيلا وهذا يحدث تماما عند قطع وريد . وسبب ذلك هو ان الضغط في الشعريات والاوردة لا تتموج مع كل ضربة قلبية

الخلاصة :

يعين ضغط الدم من الطرح القلبي والمقاومة المحيطية .

ضغط الدم = الطرح القلبي × المقاومة المحيطية .

١ ــ تعتمد المقاومة المحيطية اساسا على سعة الشرينات وهي كذلك تعتمد على لزوجة الدم .

٢ ــ تكون الشرينات في تضيق وعائي توتري بواسطة مركز المحرك الوعائي (م . م . و .) في النخاع والذي يؤثر من خلال الجهاز العصبي الودي (توتر ودي) وهذا التوتر يديم المقاومة المحيطية ومن خلاله يديم ضغط الدم .

٣ ــ ان مستقبلات الضغط تخفف فعالية مركز المحرك الوعائي وتدرا التغييرات في ضغط الدم .

٤ ــ ان المراكز العليا التي تعمل خلال مركز المحرك الوعائي ، قد ترفع ضغط الدم كما في حالة الاثارات الانفعالية ، او تخفض ضغط الدم مسببة الاغماء كما في حالة الالم الشديد والصدمة .

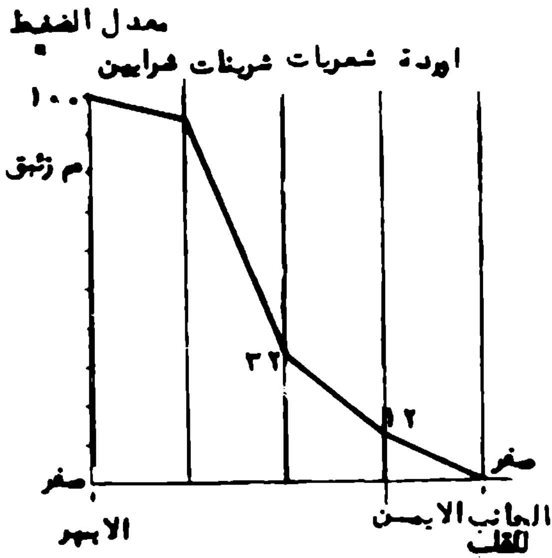
٥ ــ ان الاليات الموضعية تستطيع ان تؤثر في سعة الشرينات في عضو ما ، وقد تتجاوز سيطرة مركز المحرك الوعائي .

٥ ــ الطرح القلبي
CARDIAC OUTPUT

ان كمية الدم المضخة من قبل كل بطين في دقيقة واحدة يطلق عليه بالطرح القلبي ويعتمد على ناتج عاملين هما : سرعة القلب وحجم الضربة .

الطرح القلبي = سرعة القلب × حجم الضربة .

ويجب ان نتذكر دائما بان سرعة القلب مضروبة في حجم الضربة هو



شكل ــ٤٩ــ ان متوسط ضغط الدم يهبط اثناء جريان الدم خلال الشرايين الى الشرينات والشعريات والاوردة .

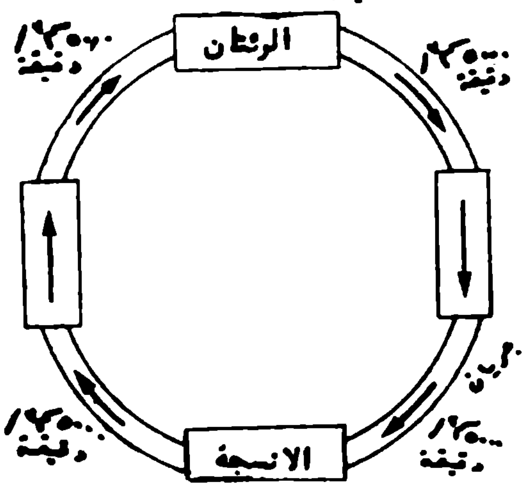
المهم في تعيين سرعة دوران الدم في الجسم ، وان الطرح القلبي لا يمكن قياسه باستعمال سرعة القلب وحدها . وكيفما كان ، اذا ما ازدادت سرعة القلب فان الطرح القلبي سيزداد بفرض عدم تغير حجم الضربة .

ان الطرح القلبي الطبيعي اثناء الراحة هو ٥٠٠٠سم٣ بالدقيقة . وحيث اننا في مبحث الدوران ، فان هذا الطرح لن يكون فقط السرعة التي يترك بها الدم البطين الايسر ، بل هي السرعة التي يصل بها الدم من خلال الاوردة الى الجانب الايمن من القلب (شكل ٥٠) . ان ٥٠٠٠سم٣ بالدقيقة ستكون سرعة الدم التي تترك بها البطين الايمن ، وسرعة جريان الدم في الرئتين وسرعة رجوع الدم الى الجانب الايسر من القلب خلال الاوردة الرئوية .

وسننظر في العوامل التي تحور في سرعة القلب وحجم الضربة تباعا .

سرعـــة القلـــب
HAERT RATE

ان سرعة القلب تعين بالسرعة التي تضرّب بها العقـــدة الجيبية الاذينية ، وكما راينا فأن للمقدة الجيبية الاذينية نسقيتها الخاصة بها . والسرعة الطبيعية لضربات العقدة الجيبية الاذينية ، هي اعلى من السرعة التي نراها عادة والتي هي حوالي ٧٠ ضربة بالدقيقة ، وذلك بسبب تأثير العصب المبهم (Vagus) المغذي للقلب ، وفعاليته تعمل ككابح للسرعة التي تضرب العقدة الجيبية الاذينية . ويطلق على هذا الفعـــل المثبط بالتوتر المبهم (Vagal Tone) • ان كلمة التوتر هو الاسم الذي يطلق على الفعالية العصبية والتي يحافظ عليها باستمرار .



شكل ــ٥٠ ان سرعة جريان الدم ثابتة خلال الدورة الدموية . فالدم المار بالرئتين في كل دقيقة هو نفسه الذي يضخ خارجا من كل بطين . ولذا فان الطرح القلبي = جريان الـــدم في الرئة .

وحيث ان المبهم يعمل ككابح لسرعة القلب ، فانه كلما ازداد توتر المبهم كلما قلت سرعة القلب ، وكلما قل توتر المبهم ، كلما ازدادت سرعة القلب . ولذا فان توتر المبهم يزداد عند النوم مسببا بطىء سرعة القلب . اما عند اليقظة فان توتر المبهم يقل ، مما يزيد من سرعة القلب .

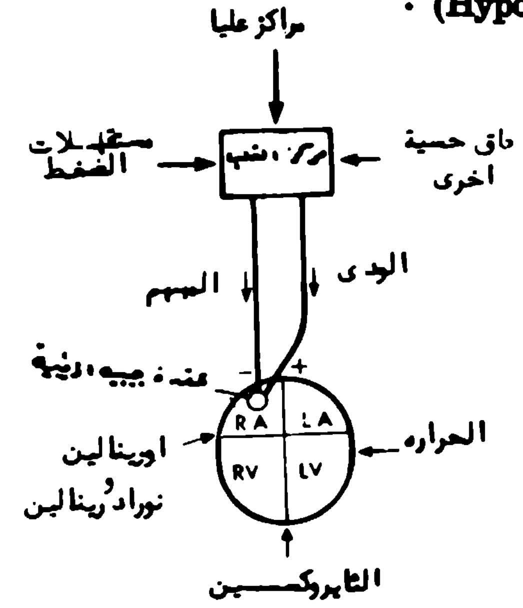
ان المبهم (العصب القحفي العاشر) هو جزء من الجهاز العصبي اللاودي . وان تأثير المبهم على القلب يمكن حصره بواسطة مركب الحصر اللاودي الاتروبين (Atropine) ولذا فان سرعة قلب المريض ستزداد عند اعطائه هذا الدواء .

ان هذا التوتر المبهم ينشأ في مجموعة من الخلايا في النخاع تعرف بالمركز القلبي (شكل ٥١) ويكون القلب ايضا تحت تأثير الجهاز العصبي الودي والذي يؤثر في العقدة الجيبية الاذينية مسببا زيادة سرعة ضرباتها . ويؤثر الجهاز العصبي الودي كذلك على عضلة البطين مسببا زيادة قوة تقلص البطينين . وتزداد الفعالية الودية فيحالات الاثارات الانفعالية واثناء التمارين . وكلتا الحالتين يصاحبهما زيادة في سرعة القلب .

ان تأثير الفعالية الودية يتم بتحرير النورادرينالين في نهاية العصب، وهذه والمادة المشابهة لها الادرينالين تحرران كهورمون من غدة لب الكظر، وهورمونات هذه الغدة ستزيد من فعالية الجهاز العصبي الودي في اسرع القلب في حالات الاثارات الانفعالية .

ويحصر تأثير الجهاز العصبي الودي على القلب بادوية مثل البروبرانولول (Propranolol) والبروكتالول (Proctalol) والتي هي مركبات حصر ـ بيتا (Beta-Blockers) ودية . وعند استعمال هذه الادوية فان سرعة القلب لن تزداد بالاثارات الانفعالية .

ان العوامل الاخرى التي تؤثر في سرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية بفعل مباشر عليها تشمل درجة حرارة الجسم ، والثايروكسين الدائر من غدة الثايرويد . اذ ان اي زيادة في درجة حرارة الجسم ستزيد من سرعة القلب . فالقلب يضرب بسرعة اكثر من الطبيعي في حالة الحمى . ويضرب بسرعة اوطأ عندما يبرد الجسم كما في حالة التبريد (Hypothermia) .



شكل ـ٥١ـ العوامل المؤثرة في سرعة القلب .

ان زيادة فعالية غدة الثايرويد (Thyroid) تسببزيادة هورمون الثايروكسين الدائر مما يؤدي الى زيادة سرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية . ولذا فان المرضى المصابين بزيادة فعالية الغدة الدرقية ستكون لهم سرعة قلبية عالية .

ان المركز القلبي في النخاع هو نفسه تحت تأثير عوامل عدة واهمها عند الشخص الواعي قد تكون من المحتمل المراكز العليا فالكرب العاطفي يزيد من سرعة القلب . وهذه تشاهد بين المتسابقين قبل بداية السباق. اذ ان سرعة القلب عندهم غالبا ما تزداد قبل اطلاق الاشارة وقبل ان يخطوا خطوة واحدة

ان زيادة سرعة القلب في اوقات الكرب الى حد ٢٠٠ ضربة في الدقيقة ، امكن اثباتها عند المرضى اثناء الفحص اليومي لهم في الردهة ، وعند الطيارين قرب هبوطهم الارض بالطائرات النفاثة في مطارات كبيرة ، وعند سواق دراجات السباق النارية عند انتظارهم لبدء السباق واثناءه . وان ازدياد سرعة القلب عندهم يكون بتأثير المراكز العليا على المركز القلبي .

ان مستقبلات الضغط تؤثر على المركز القلبي ، وفعلها يكون بابطاء القلب عندما يرتفع ضغط الدم وسرعة القلب عندما يهبط ضغط الدم . وعليه فان سرعة القلب العالية التي تشاهد عند المريض عقب النزيف (النبض سريع وضعيف) هو بسبب قلة فعالية مستقبلات الضغط وكنتيجة لذلك تزداد سرعة القلب .

وللاعصاب الحسية اثار مختلفة على سرعة القلب فالالم الخفيف يزيد من سرعة القلب بينما الالم الشديد يقلل من سرعته .

ان زيادة العائد الوريدي للقلب يؤدي الى زيادة في سرعته خصوصا عندما تكون سرعة القلب واطئة ويعرف هذا بمنعكس بينبريدج (Bainbridge Reflex)

حجم الضربة

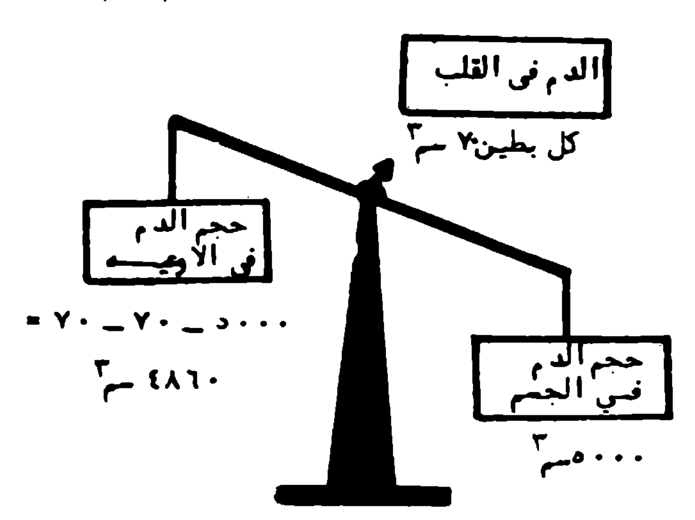
STROKE VOLUME

تعرف حجم الضربة بانها كمية الدم المضخة من كل بطين في ضربة واحدة . وتساوي حوالي ٧٠سم٣ لكل ضربة عند الراحة ، ولكنها قد تزداد الى ١٥٠سم٣ لكل ضربة اثناء التمارين . ان حجم الضربة تساوي لكمية الدم الموجودة في البطين عند بداية الانقباض ، ناقصا كمية الدم في البطين في نهاية الانقباض .

قدرة الدورة الدموية وحجم الدم :

للقلب قوة ضعيفة لسحب الدم ، وان حجم الدم الموجود في القلب في بداية الانقباض يتوقف على كمية الدم المتبقي بعد امتــــلاء الدورة الدموية . ان حجم الدم هو ٥٠٠٠سم٣ ، ولذا فان سعة الاوعية الدموية يجب ان تكون اقل من هذا كي يكون الفرق بين الاثنين في كل وقت مهيئا في القلب لضخه الى الخارج وهذه ممثلة بالرسم التخطيطي في شكل (٥٢) بكفتي ميزان . ففي احدى الكفتين مجموع الدم الموجود في الجسم وحجمه هو اكثر من الحجم الذي في الكفة الاخرى ، والذي هو حجم الدم في الاوعية الدموية . وهذا الحجم هو قدرة الدورة الدموية . وان الفرق بين حجم الدم وقدرة الدورة الدموية مبينــة بالمؤشــر في اعلى الميزان . ان هذا المؤشر قد انحرف من نقطة الصفر واشر على نقطة ٧٠سم والتي تمثل الحالة الطبيعية ان حجم الدم هو ٥٠٠٠سم٣ وقــدرة الدورة الدموية هي ٤٨٦٠سم٣ اما الباقي ومقداره ١٤٠ سم٣ فهــو في القلب ، ٧٠سم٣ في البطين الايسر و٧٠سم٣ في البطين الايمن .

واذا ما ازداد الدم في الاوعية الدموية (اي قدرة الدورة الدموية) ، فان كفتي الميزان عندئذ ستكون متوازنة تقريبا وهذا يعني بقاء كميــة قليلة من الدم لملء القلب وبذلك تقل حجم الضربة وعليه فان حجم الضربة تعين بالفرق بين قدرة الدورة الدموية وحجم الدم .



شكل ــ٥٢ــ ان الدم الجاهز للضخ في الانقباض الثاني يكون مساويا للفرق بين مجموع الدم في الجسم وسعة الاوعية الدموية. ولذا ما هبط حجم الدم ، او ازدادت سعة الاوعيــة الدموية ، فان الطرح القلبي سينخفض .

توتر المحرك الوريدي (Vasomotor Tone) :

تحتفظ الاورد بمعظم الدم الموجود في الجسم وان قدرة الاوردة هي المهمة في ادامة حجم الضربة . ان الاوردة اوعية ذات جدران رقيقة ولكن لها غلافا عضليا ، وهذا الغلاف العضلي ، مجهز بالياف عضلية ودية . وتسمى الفعالية المستمرة التي تبدأ من مركز المحرك الوعائي الى الاوردة بتوتر المحرك الوريدي ونعتمد على توتر المحرك الوريدي لكي نحافظ على اوطأ مستوى كاف لقدرة الاوردة كي تكون لنا حجم ضربة مناسبة .

ان جاذبية الارض تجذب الدم الى الاجزاء السفلى من الجسم الى القدمين عند وضعية الانتصاب . وهي تميل لتمديد الاوردة . وعلى توتر المحرك الوريدي ان يتغلب على هذا التمدد الوريدي . واذا لم يستطع توتر المحرك الوريدي ان يعادل تأثير جاذبية الارض ، فأن الاوعية ستتمدد وستزداد قدرة الدورة الدموية الى اكثر من حجم الدم وستقل حجم الضربة الى الصفر . وكنتيجة لذلك فان الطرح القلبي سيهبط ايضا الى الصفر ويفقد المريض وعيه .

وعند بقائه في الفراش لمدة اسابيع قليلة ، فان المريض سيفقد توتر المحرك الوريدي واذا ما اخذ مثل هذا المريض من الفراش ليقف منتصبا فانه سيغمى عليه بسبب واقع قلة الدم العائد الى القلب .

ويحدث مثل هذه الحالات للمريض الذي يتناول دواء حصر عقدي او ودي (Sympathetic or Ganglionic Blocking Agent) لتقليل الفعالية الودية . وفي الجرع العالية فانه ، لن يكون لتوتر المحرك الوريدي سيطرة فعالة . وان مثل هذا المريض سيكون واعيا عندما يكون راقدا في الفراش ولكنه سيغمى عليه اذا ما حاول الوقوف ، ويسمى هذا نقص التوتر الوضعي (Postural Hypotension) ويمكن منع حدوث التمدد الوريدي وذلك بتسليط ضغط خارجي على الوردة ، ويكون ذلك على شكل لفائف للساقين واسفل البطن . والافضل من ذلك هو استعمال لباس ضاغط ، ويجب ان يكون الضغط منظما للحد الذي يعادل به تماما جاذبية الارض .

النزف والطرح القلبي :

ان تأثير النزف يكون في تقليله لحجم الدم ، وبالرجوع الى (شكل ٥٢) فسيظهر بان التأثير سيكون بتقليل جانب حجم الدم في الميزان . وبنتيجة لذلك فانه ستقل حجم الضربة ، وستهبط باتجاه الصفر . ومن الممكن زيادة حجم الضربة مرة اخرى عن طريق اعطاء الدم . واذا لم يكن هذا ممكنا فانه يمكن تحسين الضربة بتقليل قدرة الدورة الدموية وذلك

بطرح المريض على الفراش ورفع ساقيه ، او باستعمال لباس ضاغط على الاطراف والجزء الاسفل من البطن .

قانون ستارلنك للقلب (Starling's Law of the Heart) :

للعضلة البطينية خاصية مهمة وذلك انه اذا ازدادت كمية الدم العائدة الى القلب خلال طور الامتلاء ، فان هذا الدم سيمدد البطينين وفي الانقباض التالي فأن تقلص البطينين سيكون اقوى ، وسيضخان حجما اكثر من الدم . وهكذا يتمكن البطينان من تحويل الدم من الجانب الوريدي الى الجانب الشرياني . وكمية الدم المضخة خارجا ستتعين عادة بكمية ما يستلمانه من دم واول من اظهر هذه الحقيقة هو العالم ستارلنك ولذا فتسمى هذه بقانون ستارلنك للقلب . وهو يعرف بالقول بان قوة تقلص البطينين تعتمد على الطول الاولي لاليــاف العضلــة البطينية .

ان قانون ستارلنك للقلب مهم جدا فانه يضمن ان لجانبي القلب نفس الطرح القلبي في الدقيقة . ويجب التصور بانه ان لم يكن كذلك فان دوران الدم سيتوقف بسرعة . وعلى سبيل المثال فانه اذا ما ضخ البطين الايسر كمية من الدم اكثر من البطين الايمن ، فان الدم سرعان ما سيترك الرئتين كلية وسيكون جميعه في الانسجة . وعلى العكس اذا ما ضــخ البطين الايمن كمية من الدم في الدقيقة اكثر من البطين الايسر ، فان جميع الدم سينتقل بمرور الوقت من الدورة النظامية الى الرئتين . ولكن هذا لن يحدث حيث انه اذا ما زاد البطين الايمن من طرحه القلبي عن البطين الايسر، فان كمية الدم التي ستعود الى البطين الايسر تكون اكثر مما ضخه ، ويستمدد البطين الايسر بهذه الكمية من الدم الوريدي العائد ، حيث تسبب زيادة في قوة تقلصه ، وزيادة في حجم ضربته . ولذا فان قانون ستارلنك للقلب سيحفظ المساواة بين جانبي القلب في صورة الطرح القلبي .

ان قانون ستارلنك للقلب هو السبب في التغييرات الحاصلــة في فعالية القلب بعد النزف اذ انه لسبب وجود كمية قليلة من الدم في البطينين في نهاية الانبساط ، فأن تقلص القلب سيكون ضعيفا في الانقباض التالي مسببا حجم ضربة قليلة ونبض ضعيف . واذا ما زاد نقل دم لاحق حجم دم البطينين في نهاية الانبساط ، فأن القلب عندئذ سيتقلص بقوة ، وسيضخ هذا الحجم الزائد من الدم مسببا بذلك زيادة في حجم الضربة ، وقوة في النبض .

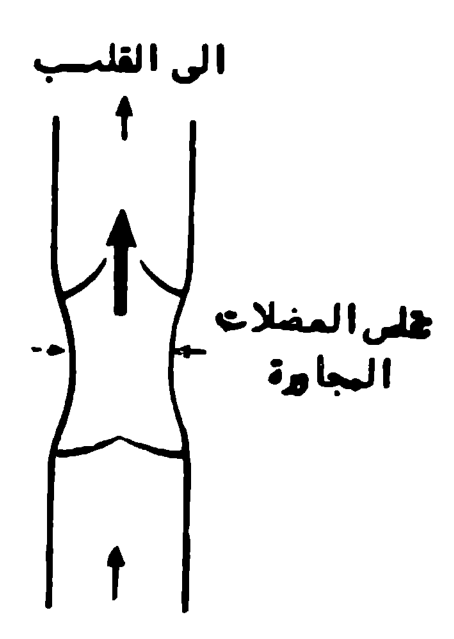
الصمامات في الاوردة (Valves in Veins) :

لاوردة الاطراف صمامات تسمح بجريان الدم باتجاه واحد فقط ،

اي الى الوراء نحو القلب . وان هذه الصمامات تحطم عمود الدم ، وتمنع تمدد الاوردة بسبب جاذبية الارض وكذلك فهي تعمل كمضخة عضلية تزيد من عودة الدم الى القلب

تحتاج هذه المضخة الى تقلص وانبساط متناوبين للعضلة المجاورة وسوف لن تعمل هذه المضخة العضلية اذا ما كان هنالك تقلص اوانبساط مستمران .

في كل تقلص فان الدم في جزء من الوريد سيضغط نحو القلب وبالانبساط التالي فأن هذا الجزء من الوريد سيمتلىء من النهاية البعيدة. وبتناوب انقباض وانبساط العضلة ، فان الدم سيبقى جاريا الى الوراء نحو القلب (شكل ٥٣)



شكل -٥٢- الصمامات في الاوردة ومضخة العضلة .

وعليه فانه يكون هنالك تمدد وريدي قليل جدا اثناء المشي بالنسبة للشخص عما هو عند الوقوف وبذلك سيكون هنالك حجم دم وطرحا قلبيا افضل عند ما يكون الشخص ماشيا عما اذا كان واقفا

ويحدث غالبا ان يغمى على الجنود اثناء الاستعراض العسكري وهو اكثر ما يحدث عندما يكونوا واقفين ومضخة العضلة دونما عمل . ونتيجة لذلك فان الاوردة ستتمدد تدريجيا بفعل جاذبية الارض مما يزيد في قدرة الدورة الدموية وبالتالي تقليل حجم الضربة

الاغماء بسبب طرح قلبي واطيء
: (Fainting Due to Low Cardiac Output)

يحدث الاغماء عند عدم جريان دم كاف في الدماغ لادامة الوعي وفي هذه الحالة يكون السبب عدم كفاية الطرح القلبي (Cardiac Output) لادامة ضغط الدم الضروري لمواجهة تأثير جاذبية الارض وضخ الدم الى الاعلى للدماغ .

ان فعل الاغماء بسبب سقوط الشخص الى الارض مما يؤدي الى تحسن مباشر في جريان الدم المخي

ويجب ان يترك الشخص المغمى عليه في وضع افقي (لا بسبب كون الدماغ في مستوى القلب ، ولكن لان تأثير جاذبية الارض على تمدد الاوردة سيزول) حتى يعود هو نفسه الى وعيه ويجلس . ان سحب مثل هذا الشخص ليقف على قدميه قد يسبب تلفا في الدماغ بسبب ذوى مخي ولهذا السبب فان الاغماء قد يكون اكثر خطورة اذا ما حدث في زحام حيث سيبقى الشخص في وضع قائم ولا يسقط الى الارض .

وكما رأينا فان الاغماء يحدث ايضا عندما لا تكون هنالك مقاومة محيطية كافية بسبب فقد التوتر الشريني .

الصدمة (Shock) :

يكون المريض في الصدمة قلق ، شاحب ، عرق وذو ضغط دم واطيء ونبض سريع وله طرح قلبي واطيء

تنتج الصدمة من الكلم **(Trauma)** والحروق والانتان **(Sepsis)** وقصور القلب الحاد او فقدان كمية كبيرة من السوائل بسبب الاسهال .

وتعتمد المعالجة عادة على محاولة زيادة الطرح القلبي باعطاء كميات كبيرة من السوائل عن طريق الزرق داخل الوريد ولكن هنالك خطورة من الافراط في تحميل الدورة الدموية وتكدير ال ب.هـ **(PH)** وميزان الشوارد **(Electrolytes)** في الجسم حيث انه من الممكن ان تضعف وظيفة الكلية .

مراقبة المريض :

اضافة للتقييم السريري ، ففي العادة مراقبة الضغط الوريدي المركزي وضغط الدم الشرياني والتخطيط الكهربائي للقلب وكذلك شوارد البلازما وب.هـ الدم وغازاته

الايض الهوائي (Aerobic Metabolism) ، فان الطاقـــة تستحصل بعملية الايض اللاهوائي (Anaerobic Metabolism) ويتكون حامض اللاكتيك .

وتستمر زيادة التنفس بعد انتهاء التمرين . ومن ثم فكميـــة الاوكسجين الاضافية الماخوذة ، تزيل حامض اللاكتيك وتعوض عن دين الاوكسجين (Oxygen Debt) .

قياس الطرح القلبي :

ان التركيز هو كمية المادة في حجم معين من السائل .
فعلى سبيل المثال اذا ما زرقت في وريد مريض ما ٢٥٠٠ وحـدة من صبغة غير ضارة ، وان الصبغة ظهرت بعد ذلك في الدم الشرياني بمدة ٣٠ ثانية وبمتوسط تركيز مقداره وحدة واحدة من الصبغة لكل سم٣ من الدم خلال مروره في القلب والرئتين ، (٢٥٠٠ وحدة من الصبغة في ٢٥٠٠سم٣ من الدم تركيزها يساوي وحدة واحدة لكل سم٣ من الدم) . فهذا يعني ان هذه الصبغة قد لاقت ٢٥٠٠سم٣ من الدم في ٣٠ ثانية وان جريان الدم في القلب والرئتين في دقيقة واحدة ، هو ضعف هذه الكمية اي ان الطرح القلبي هو ٥٠٠٠سم٣ في الدقيقة . وهذه هي قاعدة طريقة تخفيف الصبغة لتعيين الطرح القلبي .

$$\text{الطرح القلبي} = \frac{\text{كمية الصبغة المزروقة}}{\text{تركيزها في الدم الشرياني} \times \text{الزمن}}$$

وكبديل للصبغة يمكن استعمال مادة مشعة وتركيزها في الـدم الشرياني يقاس بواسطة عداد لفعالية الاشعاع .

وفي طريقة قاعدة فيك (Fick Principle) لتعيين الطـرح القلبي فانه تقاس زيادة تركيز الاوكسجين في الدم عند مروره خـلال الرئتين .

فاذا كان مقدار الاوكسجين الذي ياخذه مريض ما هو ٢٥٠سم٣ في الدقيقة وان كل سم٣ من الدم المار خلال الرئتين ياخذ ٠.٠٥سم٣ من الاوكسجين (٥سم٣ اوكسجين لكل ١٠٠سم٣ دم) ، فان النتيجة

ستكون $\frac{٢٥٠}{٠.٠٥}$ = ٥٠٠٠سم٣ من الدم يجب ان تمر خلال الرئتين بالدقيقة . وحيث اننا نبحث في الدوران . فان جريان الدم في الرئتين هو نفس مقدار الطرح القلبي .

$$\text{الطرح القلبي} = \frac{\text{كمية الاوكسجين المأخوذة}}{\text{الفرق بين كمية الاوكسجين الشرياني والوريدي}}$$

ويمكن الحصول على اوكسجين الدم الذي يترك الرئتين من نموذج دم شرياني وتعيين كمية الاوكسجين في الدم الواصل للرئتين يتطلب قثطرة قلبية للحصول على نموذج دم من الشريان الرئوي والفرق بين تركيز الاوكسجين الذي بهما (الفرق بين كمية الاوكسجين الشرياني والوريدي) يعطي كمية الاوكسجين المأخوذة من قبل سم٣ من الدم المار خلال الرئتين.

وكمية الاوكسجين المأخوذة بالدقيقة تعين باستعمال جهاز مقياس النفس **(Spirometer)** .

الخلاصـــــة :

يعين الطرح القلبي بواسطة سرعة القلب وحجم الضربة .

الطرح القلبي = ســـرعة القلب × حجـــم الضربـــة .

١ ــ تتحور سرعة القلب بفعالية المبهم وبالفعالية الودية

٢ ــ ان حجم الضربة هو الفرق بين حجم البطينين في بداية الانقباض وحجمها في نهاية الانقباض .

أ ــ ان حجم الدم في البطينين في بداية الانقباض يعتمد على مقدار زيادة حجم الدم لقدرة الدورة الدموية ، وهذه تعتمد اساسا على توتر المحرك الوريدي ، فكلما ازداد توتر المحرك الوريدي كلما ازداد حجم الدم في القلب في بداية الانقباض .

ب ــ ان حجم الدم في نهاية الانقباض يعتمد على الفعالية الودية القلبية .

٣ ــ وفي التمارين ، فان جزءا من الزيادة التي تحدث في الطرح القلبي تكون بسبب زيادة افراغ البطينين كنتيجة لزيادة الفعالية الودية القلبية .

٦ ـ الـــــدم

BLOOD

يحتوي جسم الشخص البالغ على خمسة التار من الدم . بينما يحتوي جسم الطفل حديث الولادة على ٣٠٠سم٣ فقط ويؤلف الدم حوالي ١/١٢ من وزن الجسم ، ويستفاد من هذه الحقيقة في تقـدير حجم الدم في كل من الرضيع والطفل والبالغ .

اذا ما ترك الدم ومنع من التجلط ، فانه ينفصل الى البلازمـــا والخلايا (شكل ٥٤) ويمكن اسراع هذه العملية باستعمال جهاز المنبذة (Centrifuge) (شكل ٥٥) . واذا ما اجريت هذه العملية في انبوبة صغيرة مدرجة من صفر الى ١٠٠ ، فان الخلايا التي تستقر في القعر ستشغل حجما مقداره ٤٥ وستشغل البلازما حجما مقداره ٥٥ . ولذا فان ٤٥٪ من الدم يتكون من الخلايا . ويعرف الرقم ٤٥ بحجم الكريات المرصوصة (Packed Cell Volume) او منفصـــل الــــدم (Haematocrit) وفي فقر الدم عندما يكون هنالك نقص في عـــدد الكريات الحمراء فان منفصل الدم يكون واطئا

نخـــاع العظـــم

BONE MARROW

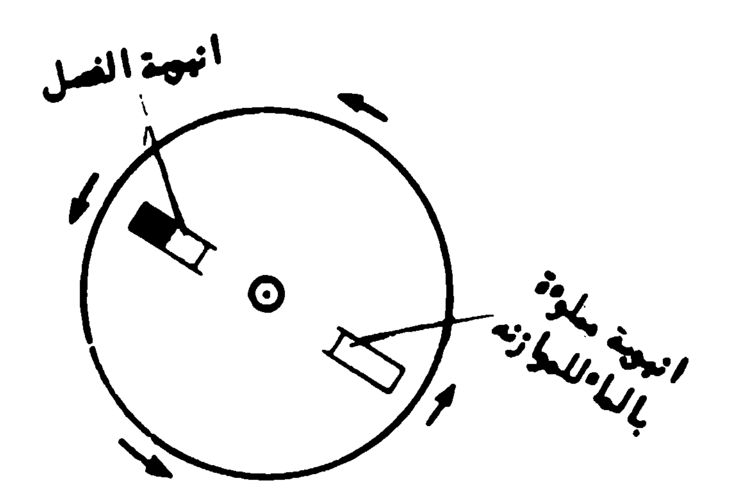
تتكون خلايا الدم في نخاع العظم ويوجد هذا في الجوف النخاعي الاجوف للعظام ويشترك كل نخاع العظام في الطفل في تكوين هـــذه الخلايا ، ولكنه عند البلوغ فان النخاع الفعال والذي يسمى بنخاع العظم الاحمر (Red Bone Marrow) يكون منحصرا فقط في الجـــذع والجمجمة وعلى الرغم من تسميته بنخاع العظم الاحمر الا انه يشترك في تكوين الخلايا الحمراء والبيضاء وان نخاع عظـام الاطراف والعظام الطويلة في الجسم يكون بشكل نخاع دهني اصفر ، ويكون كاحتياط لا يشترك بصورة فعالة في تكوين خلايا الدم . ولكنه يستطيع ان يتحول الى نخاع عظمي احمر ان كان هناك نقص في الدم .

يحتوي نخاع العظام على خمسة اشكال مختلفة من الخلايا المولدة للدم وهذه هي : ارومة الخلايا النخاعية (Meyloblasts) ، وارومة الخلايا اللمفية (Lymphoblasts) ، وارومة خلايا وحيدة النـــواة

(Monoblasts) ، وارومة الخلايا الحمراء (Erythroblasts)
وخلية ضخمة النواة (Megakaryocytes) (شكل ٥٦)



شكل ـ٥٤ـ اذا منع التجلط ، فان الدم ينفصل الى الخلايا والبلازما . وباستعمال انبوبة لمنفصل الدم مدرجة من صفر الى ١٠٠، فان الخلايا ستحتل حجما مقداره ٤٥ .



شكل ـ٥٥ـ ان انفصال الدم الى البلازما والخلايا يمـــكن تسريعـه باستعمال المنبذة . وتعمل هذه بنفس اساس مجففـــة الملابس الدوارة . ويجب موازنة الانبوبة الحاوية على الدم بانبوبة اخرى مقابلة لها تملا بالماء عادة . وان القوة النابذة الناتجة من سرعة الدوران العالية ، تدفع بالخلايا الاثقل نحو القعر .

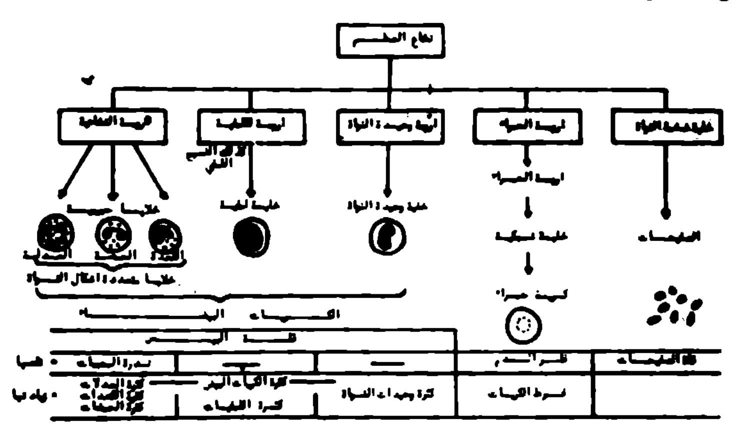
الخلايا الحبيبية

GRANULOCYTES

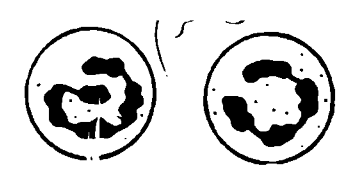
ان ارومة الخلايا النخاعية تكون خلايا الدم البيضاء الحاوية على الحبيبات ، وتعرف باسم الخلايا المحببة . ولاجل رؤية هذه الحبيبات بوضوح ، فان الخلايا تلون باصباغ معينة . وان الصبغتين اللتين يشيع استعمالهما هما الايوسين **(Eosin)** (صبغة حمراء تستعمل لعمل الحبر الاحمر)، والصبغة القلوية مثل الهيماتوكسلين **(Haematoxylin)** والتي لها لون ازرق . وعند استعمال هاتين الصبغتين لتلوين الخلايا الحبيبية ، فان الحبيبات الموجودة في معظم هذه الخلايا الحبيبية لا تميل لاحدى هاتين الصبغتين ، الايوسين او الصبغة القلوية بل تتلون قليلا جدا من كل منهما . وتسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا العدلة **(Neutrophil)**

وقسم اخر من الخلايا الحبيبية لها حبيبات تأخذ صبغة الايوسين حيث تصطبغ بلون احمر براق . وتدعى هذه الخلايا بالخلايا الحمضة **(Eosinophil)** • وهناك اعداد قليلة من الخلايا الحبيبية تتلون مع الصبغة القلوية وتسمى بالخلايا القعدة **(Basophil)** •

وتنقسم نوى الخلايا الحبيبية الى عدة اجزاء ولذا فان هذه الخلايا تسمى ايضا بالخلايا متعددة اشكال النواة **(Polymorphonuclear Cells)** • وهذا التفصيص للنواة والذي يمكن رؤيته بوضوح في الخلايا العدلة ، يزداد مع ازدياد عمر الخلية . فتنقسم النواة اولا الى فصين وعندما تكبر الى ٣و٤ واخيرا الى خمسة فصوص (شكل ٥٧) .



شكل ٥٦ـ مخطط يبين تكون خلايا الدم من نخاع العظم •




شكل ـ٧هـ ان نواة العدلة تكون مقسمة الى فصوص . ويزداد هذا التفصيص من اثنين الى خمسة بازدياد عمر الخلية .

ولا يكون التفصيص واضحا في الخلايا الحمضة ، ونادرا ما تكون النواة منقسمة الى اكثر من فصين . وفي حالة الخلايا القعدة ، فان النواة تظهر تخصرا واحدا يقسم النواة الى جزئين .

ان هذه الخلايا الحبيبية هيخلايا بلعمية **(Phagocytes)** ، اي ان لها القدرة على التهام الجزيئات الغريبة بضمنها البكتريا وتحتوي الحبيبات على خمائر **(Enzymes)** هاضمة والتي يمكنها من اذابة الجزيئات الغريبة .

الخلايا اللمفية ٤

LYMPHOCYTES

ان ارومة الخلايا اللمفية والتي توجد ايضا في النسيج اللمفاوي لانسجة الجسم ، هي خلايا مكونة للخلايا اللمفية والخلايا اللمفية اصغر قليلا من الخلايا الحبيبية ولها نواة دائرية كبيرة جدا تحتل كل الخلية تقريبا . وليست الخلايا اللمفية خلايا بلعمية ، ولكنها تنتج المضادات **(Antibodies)** التي يمكنها التفاعل مع المواد الغريبة المعروفة بالمستضدات **(Antigens)** ، فتحطمها بتفاعل مستضد الضد **(Antigen-Antibody Reaction)** .

خلايا وحيدة النواة ٥

MONOCYTES

ان ارومة خلايا وحيدة النواة هي خلايا مكونة للخلايا وحيدة النواة. وهذه خلايا بيضاء اكبر من الخلايا الحبيبية او اللمفية ولها عادة نواة تشبه الكلية وهي كمثل الخلايا الحبيبية خلايا بلعمية تستطيع ابتلاع البكتريا والجزيئات الغريبة .

تعداد الكريات البيضاء (White Cell Count) :

تؤلف الخلايا الحبيبية حوالي ٧٠٪ من الخلايا البيضاء في الجسم (٦٥٪ خلايا عدلة ، و٤٪ خلايا حمضة ، و١٪ خلايا قعدة) .

وتؤلف الخلايا اللمفية حوالي ٢٥٪ من الكريات البيضاء عندالبالغ ، اما الخلايا وحيدة النواة فتؤلف الـ ٥٪ الباقية . وتكونالانسجةاللمفاوية عند الاطفال اكثر بكثير مما عند البالغين . ونتيجة لذلك فان ما لديهم من خلايا لمفية يكون اكثر مما لهم من خلايا حبيبية .

ومجموعها كلها يبلغ تقريبا ٨٠٠٠ كرية دم بيضاء في كل ملم٣ واحد من الدم (شكل ٥٨ (أ)) وهذه الكريات البيضاء تعرف ايضا باسم اللوكوسايت (Leucocytes)

الصفيحـــات

PLATELETS

تـــكون الخلايـــا ضخمـــة النـــواة الصفيحـــات (Platelets or Thrombocytes) وتلعب الصفيحات دورا هاما في عملية تجلط الدم .

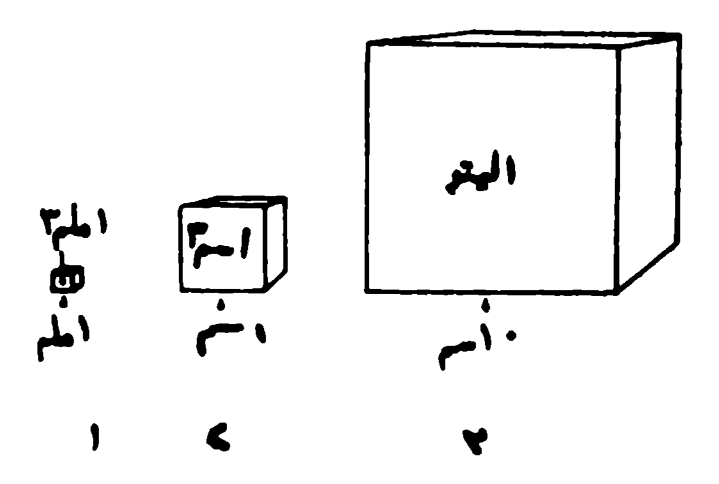
تعداد الكريات الحمراء (Red Cell Couns) :

تكون ارومة الخلايا الحمراء كريات الدم الحمراء وهناك كميات من كريات الدم الحمراء اكثر بكثير من كريات الدم البيضاء . حيث ان عدد الكريات الحمراء يبلغ خمسة ملايين كرية في كل ملم٣ واحد في الاحوال الطبيعية (شكل ٥٨ (آ))

وتعداد الكريات الحمراء يعبر عنه عادة بعدد الكريات في المليمتر المكعب الواحد من الدم وهذا يعني ان عدد الكريات في السنتمتر المكعب الواحد سيكون اكثر بالف مرة وسيكون عددها في اللتر المكعب الواحد اكثر بمليون مرة (شكل ٥٨) وذلك لان المليمتر المكعب الواحد يكون مساويا لمايكرولتر واحد

تكون الكريات (Cell Formation)

ان الكريات الحمراء والبيضاء يجب ان تعوض باستمرار عند تلف الكريات القديمة منها وموتها ويجب ان يكون نخاع العظم فعالا جـدا طوال الوقت كي يعوض ما يفقد باستمرار . وان انقسامات الخلية المتكرر ضروري لتمكين نخاع العظم من ادامة عدد الكريات الحمراء والبيضاء .



شكل ـ٨٥ـ (١) ان مكعبا اضلاعه ١ ملم يكون حجمه (١ ملم٣) = ١ مايكروليتر .
(٢) ان مكعبا اضلاعه ١ سم يكون حجمه (١ سم٣) . وان ١٠٠٠ مكعبا من حجم (١) ستملأ مكعبا واحدا من حجم (٢) . ولذا فان ١٠٠٠ ملم٣ = ١ سم٣ .
(٣) ان مكعبا اضلاعه ١٠سم يكون حجمه (١ لتر) . وان ١٠٠٠ مكعبا من حجم (٢) ستملأ مكعبا واحدا من حجم (٣) . ولذا فان لترا واحدا ١٠٠٠ سم٣ = ١،٠٠٠،٠٠٠ ملم٣ .
ان مليمترا مكعبا واحدا من الدم يحتوي على ٨٠٠٠ كرية بيضاء و ٥،٠٠٠،٠٠٠ كرية حمراء .
(ان المكعبات المرسومة ليست حسب القياس) .

تثبط الاشعاعات المتاينة (Ionizing Radiation) انقسامات الخلية هذه . وهذا النوع من الاشعاعات تصدر من اشعة اكس والنظائر المشعة والمفاعلات الذرية . ولهذا فان مقدارا عاليا من اشعاع متأين يمنع نخاع العظم من تكوين الكريات الحمراء والبيضاء والصفيحات. ومثل هذا الاضطراب في تكوين الكرية يحدث عند بعض المرضى الذين يتعاطون ادوية من مشتقات البنزين . والفشل في تكوين كريات الدم الحمراء يسمى فقر الدم اللاتكويني (Aplastic Anaemia)

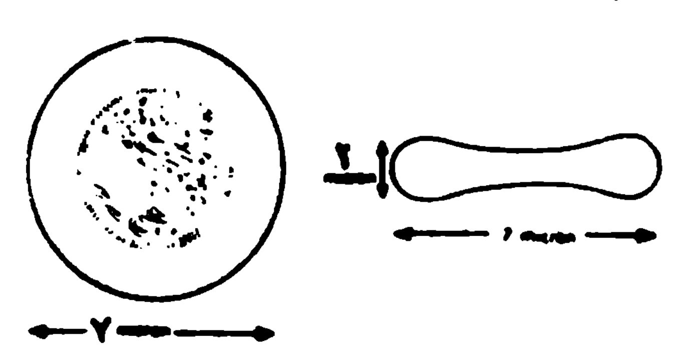
ويسمى انخفاض عدد كريات الدم البيضاء الدائرة بقلة البيض (Leucopenia) واختفاء الخلايا الحبيبية من دوران يطلق عليه ندرة المحببات (Agranulocytosis) اما انخفاض تكوين الصفيحات من خلايا عظيمة النواة فيسمى قلة الصفيحات (Throbocytopenia) .

كريات الدم الحمراء [8]

RAD BLOOD CELLS

ان كريات الدم الحمراء هي اقراص مقعرة الوجهين . يبلغ قطرها سبع مايكرونات وثخنها مايكرونين (شكل ٥٩) . وتحتوي على صباغ الهيموكلوبين ذو اللون الاحمر البراق عندما يكون متحدا مع الاوكسجين. وهو ذو لون ازرق داكن عندما لا يكون هناك اوكسجين . ان الهيموكلوبين، كما سنرى فيما بعد ، يلعب دورا هاما في حمل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون .

ويحتوي كل ١٠٠سم٣ من الدم حوالي ١٥ غم من الهيموكلوبين في كرياته الحمراء .



شكل ـ٥٩ـ الكريات الدموية الحمراء اقراص مقعرة الوجهين قطرها ٧ مايكرونات وسمكها مايكرون واحد .

$$1 \text{ مايكرون} = \frac{1}{1000} \text{ ملم} = \frac{1}{1000000} \text{ متر}$$

المتطلبات القوتية لتكوين الكريات الحمراء : [1]

ان مدة حياة الكريات الحمراء هي حوالي ١٠٠ يوم تتحطم بعدها . وهذا يعني بان ١٪ من الكريات الحمراء الموجودة في الجسم يجب ان تعوض يوميا ولكي نتمكن من ذلك فاننا نحتاج الى بعض العناصر في قوتنا .

فنحتاج اولا الى البروتين لتجهيز الاحماض الامينية والتي تستعمل كاحجار البناء في تكوين بروتين الجسم ، وهنا لتركيب كرية الدم الحمراء .

ولعمل الهيموكلوبين اللازم فانه يتطلب وجود الحديد في القوت واذا كان مقدار الحديد المأخوذ غير كاف لحاجة الجسم فانه تنشأ حالة فقر دم عوز الحديد **(Iron Deficiency Anaemia)** فتصبح كريات الدم عندئذ شاحبة اللون جدا بسبب نقص الهيموكلوبين

ان اغلب الحديد من الكريات الحمراء المتحطمة يستخدم مرة اخرى في تكوين كريات جديدة ولكن مقدار خمسة ملليغرامات اضافية يوميا ضروري للرجل وعشرة ملليغرامات يوميا للمراة والسبب في كون احتياج المراة للحديد اكثر من الرجل ، هو بسبب فقدان المراة للدم عند كل دورة حيضية ، وهذا يمثل فقدانا كليا للحديد من الجسم . والمريض الذي سبق وان نزف دما ، قد يحتاج الى حديد اضافي في القوت لتعويض ما فقده من حديد اثناء نزف الدم

ولكي يتم تكوين عدد كاف من الكريات الحمراء ، فيجب وجود فيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك . وبدون فيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك فان عملية الايض **(Metabolism)** ستضطرب وستتكون كريات حمراء قليلة جدا وهذه التي تكونت تكون غير منتظمة في حجمها وبصورة عامة تكون كبيرة جدا وتدعى هذه الحالة بفقر الدم كبير الكريات **(Macrocytic Anaemia)** او فقر الدم ضخم الاروم **(Megaloblastic Anaemia)**

وغالبا ما تصاحب حالة فقر الدم هذه : قلة البيض وقلة الصفيحات حيث ان الفيتامينات تلعب دورا فيتكوينالكرياتالبيضاء والصفيحات. ان فيتامين ب ١٢ على الاخص صعب الامتصاص من القناة الهضمية الى الدم ويكون الامتصاص كافيا فقط لانتاج كريات الدم الحمراء اذا ما انتجت المعدة مادة تسمى بالعامل الداخلي المنشأ **(Intrinsic Factor)** . وهذه مادة بروتينية او متعددة السكريد **(Polysacharide)** تساعد على امتصاص فيتامين ب ١٢ (كان فيتامين ب ١٢ يعرف سابقابالعامل الخارجي المنشأ) **(Extrinsic Factor)**

وبعد الامتصاص ، فان فيتامين ب ١٢ يخزن في الكبد ويرسل الى نخاع العظم للمساعدة في نضج كريات الدم الحمراء وتكون الكميات المخزونة كافة لعدة سنوات

واذا ما نشلت المعدة في انتاج العامل الداخلي المنشأ ، فان امتصاص فيتامين ب ١٢ سيكون غير كاف وستتكون حالة تعرف بفقر الدم كبير الكريات (او فقر الدم ضخم الاروم) وحيث ان فيتامين ب١٢

يخزن ايضا في كبد الحيوانات ، لذا فإن قوتا من الكبد كان يستعمل اصلا لعلاج هذه الحالة . وقد ابدلت هذه الطريقة بحقن فيتامين ب١٢

وهناك نوع اخر من فقر الدم يعرف بفقر الدم المنجلي **(Sickle-Cell Anaemia)** سنبحثه فيما بعد

مكون الحمر (Erythropoietin) :

اذا حدث وان كان نقص مستمر بالاوكسجين في الجسم ، فان نخاع العظم سيستجيب لعمل كميات اكثر من الكريات الحمراء ويتم ذلك باطلاق مادة تسمى بمكون الحمر من الكليتين كاستجابة لنقص الاوكسجين ولذا فان المرضى بعد اجراء عملية رفع الكليتين يصابون بفقر الدم

تحطم الكريات الحمراء ١٠

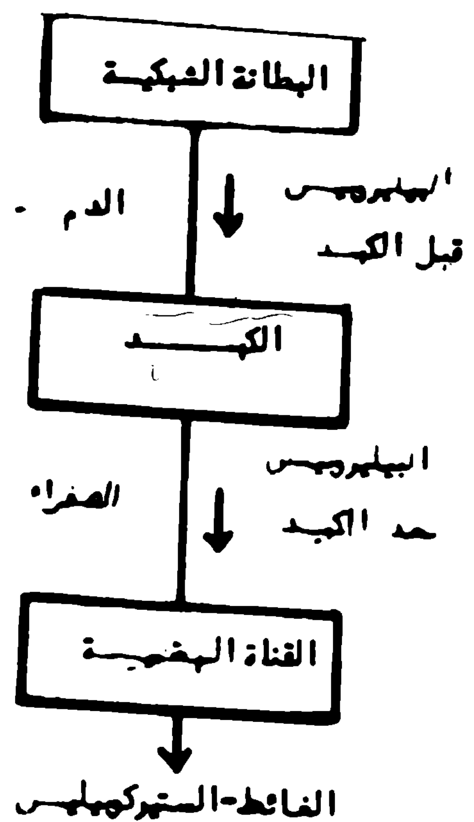
RED CELL BREAKDOWN

ان المتخلف من الكريات الحمراء في نهاية حياتها يؤخذ بواسطة جهاز البطانة الشبكية **(Reticulo - endothelial System)** للجسم وهذا اسم يطلق على مجموعة من الخلايا البلعمية توجد في نخاع العظم والطحال والكبد ومناطق اخرى من الجسم

فيتحول الهيموكلوبين بواسطة هذه الخلايا الى صباغ صفراء هي البيليروبين **(Blirubin)** • يمكن رؤية هذا التحول من الهيموكلوبين الاحمر الى البيليروبين الصفراء في كدمة او عين سوداء فيفقد الهيموكلوبين اولا اوكسجينه ويصبح داكن اللون ومن ثم يتحول تدريجيا اول الامر الى المادة الخضراء البيليفردين **(Biliverdin)** واخيرا الى المادة الصفراء البيليروبين

وتمر البيليروبين عن طريق الدم الى الكبد حيث تبرز في الصفراء **(Bile)** وتنزل من خلال قناة الصفراء الى العفج (الاثنا عشر) ، ومن ثم تمر من خلال كل الامعاء الدقيقة والغليظة لتظهر اخيرا في الغائط بشكل مادة ملونة بنية هي الستيركوبيلين **(Steercobilin)** (شكل ٦٠.

ان طريق الابراز هذا مهم جدا ، وهو ايضا غير اعتيادي ، حيث ان معظم مخلفات الجسم تبرز في الادرار مذابة في الماء .



شكل ٦٠ـ ابراز البيليروبين . ان البيليروبين المتكون من تحطم الكريات الحمراء يمر من جهاز البطانة الشبكية الى الكبد عــن طريق الدم . ويستخلص الكبد البيليروبــين ويمرره من خلال قناة الصفراء على شكل صباغ الصفراء الى الاثني عشر . حيث تبرز مع الغائط على شــكل مــــادة الستيركوبيلين البنية اللون .

اليرقــــان

JAUNDICE

اذا ما فشل هذا المسلك الابرازي وتجمعت البيليروبين في الدم . فانها ستمر من الدم الى الجلد مسببة تلونا اصفر . وتعرف هذه الحالة باليرقان **(Jaundice)** ويظهر التلون الاصفر بوضوح خاصة في العينين حيث تصبح الملتحمة **(Conjunctiva)** صفراء اللون .

وقد يكون ابراز البيليروبين غير كاف لثلاثة اسباب اولا كثــرة

تكون البيليروبين بحيث لا يمكن للكبد نقلها بسرعة كافة الى قناة الصفراء ويتكون بذلك اليرقان . وهو ما قد يحدث في الايام الاولى من الحياة ، عندما يكون كبد الوليد غير ناضج . اذ ان الوليد يولد بكميات كبيرة من كريات الدم الحمراء (تعدادها يبلغ ٧ ملايين في المليمتر المكعب الواحد) . فتبدأ الكريات الزائدة بالتحطم في الايام الاولى للحياة لتخفيض عدد الكريات الى خمسة ملايين كرية في المليمتر المكعب الواحد . وان كميات البيليروبين الناتجة من تحطم هذه الكريات قد تكون كبيرة بحيث لا يستطيع الكبد التصرف معها ، فتظهر في الوليد حالة اليرقان . ويسمى هذا باليرقان الفسلجي (Physiological Jaundice) ويجب ان لا يخلط بينه وبين شكل اخر من اليرقان اكثر شدة والذي يكون بسبب عدم مقارنة عامل ريزس (Rhesus Factor) .

وهناك شكل اخر مشابه من اليرقان يكون نتيجة زيادة كبيرة في انتاج البيليروبين يمكن حدوثه في بعض انواع الملاريا ، وهي حالة خلقية تدعى باليرقان ببيلة لاصفراوية (Acholuric Jaundice) . ومريض اليرقان ببيلة لاصفراوية له سورات عندما تتحطم كريات الدم الحمراء محررة كميات كبيرة من الهيموكلوبين والذي يتحول الى البيليروبين .

والنوع الثاني من اليرقان يحدث عندما يكون الكبد مريضا كالتهاب الكبد الخمجي مثلا (Infective Hepatitis) . وهو خمج حموي . (Virus infection) يسبب اليرقان حيث انه يمنع خلاياالكبد من تحويل البيليروبين من الدم الى قناة الصفراء .

اما النوع الثالث من اليرقان فيكون بسبب انسداد قناة الصفراء. والانسداد الصفراوي قد ينتج اما من انحشار حصاة المرارة (شكل ٦١) او بسبب ضغط على قناة الصفراء من سرطانة (Carcinoma) للبنكرياس ولمعالجة هذه الحالة فانه يكون من الضروري ازالة الانسداد الى قناة الصفراء .

واذا لم تعد البيليروبين تصل الى الامعاء، فان لون الغائط سيصبح اصفر باهت (الغائط الصلصالي اللون (Clay Coloured Stools) وفي مثل هذه الحالات ، فان البيليروبين تبرز في الادرار حيث يكون لونه عند ذلك اكثر دكانة .

فحص فقر الدم \\

INVESTIGATION OF ANAEMIS

ان فقر الدم بسبب نقص الحديد (فقر دم عوز الحديد) ، يصاحبه

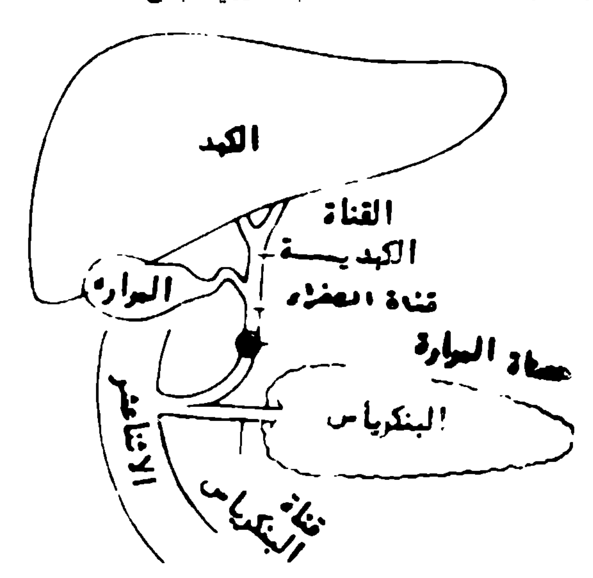
نقص الهيموكلوبين في الكريات الحمراء وفقر الدم بسبب نقص فيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك (فقر الدم كبير الكريات) ، يصاحبه نقص في الكريات الحمراء ، ولكن الكريات الموجودة تكون اكبر من الطبيعيةوتحتوي على كمية مناسبة من الهيموكلوبين

وللتمييز بين هذين النوعين من فقر الدم فانه يجري تعداد للكريات الحمراء ، وقياس الهيموكلوبين وتعيين منفصل الدم

متوسط الحجم الكريي

(Mean Corpuscular Volume)

يمكن ايجاد معدل حجم الكريات الحمراء وذلك بقسمة حجم الكريات الحمراء في ١٠٠سم٣ من الدم بعدد الكريات في ١٠٠سم٣ من الدم . ويسمى هذا متوسط الحجم الكريي (م.ح.ك)



شكل -٦١- ان ابراز البيليروبين في الاثني عشر قد يحصر في قناة الصفراء بواسطة حصاة المرارة . وهو احد اسباب اليرقان .

$$\text{م.ح.ك} = \frac{\text{منفصل الدم}}{\text{عدد الكريات الحمراء}}$$

وفي الحالات الطبيعية

$$\text{م.ح.ك.} = \frac{45}{5{,}000{,}000 \times 10^{5}} = \frac{90}{10^{12}} \text{ سم}^{3}$$

= ٩٠ مايكرون مكعب

$$\text{حيث ان مايكرون واحد} = \frac{1}{1{,}000} \text{ مم} = \frac{1}{10{,}000} \text{ سم}$$

واذا كان حجم الكريات الحمراء اعلى من الطبيعي ، فانه يدل على ان الكريات الحمراء هي اكبر من الطبيعية (كثـــرة الكريـــات الكبـــيرة) **(Macrocytosis)**

١٣ متوسط الهيموكلوبين الكريي

(Mean Corpuscular Haemoglobin)

ان معدل كمية الهيموكلوبين في الكرية الحمراء بعد ذلك يعين بقسمة كمية الهيموكلوبين في ١٠٠سم٣ من الدم على عدد الكريات في ١٠٠سم٣ من الدم . ويطلق على هذا بمتوسط الهيموكلوبين الكريي (م.هـ.ك)

$$\text{م.هـ.ك.} = \frac{\text{الهيموكلوبين}}{\text{عدد الكريات الحمراء}}$$

وفي الحالات الطبيعية

$$\text{م.هـ.ك.} = \frac{15 \text{ غم}/100\text{ سم}^{3}}{5{,}000{,}000 \times 10^{5}/100\text{ سم}^{3}} =$$

$$\frac{30}{10^{12}} \text{ غم} = 30 \text{ مايكرومايكروغرام}$$

(توجد ٥,٠٠٠,٠٠٠ كرية حمراء في المليمتر المكعب الواحد ولكنه يوجد ١٠٠,٠٠٠ مرة من هذا العدد (اي $\times 10^{5}$) في كل ١٠٠ سم٣)

متوسط تركيز الهيموكلوبين الكريي ١٤

(Mean Corpuscular Heamoglobin Concentration)

ان لمتوسط الهيموكلوبين الكريي عيب هو عدم اعتبـــاره لحجم

الكرية   وافضل دلالة لمحتوى الهيموكلوبين في الكرية الحمراء ، يمكن ايجاده بقسمة محتوى الهيموكلوبين بمنفصل الدم . حيث يعطي هذا كمية الهيموكلوبين في حجم معين من الكريات الحمراء ، اي تركيزه . ويطلق عليه بمتوسط تركيز الهيموكلوبين الكريي (م.ت.هـ.ك) ويعتبر عنه بنسبة مئوية .

$$\text{م.ت.هـ.ك.} = \frac{\text{الهيموكلوبين}}{\text{منفصل الدم}} \times ١٠٠٪$$

وفي الحالات الطبيعية

$$\text{م.ت.هـ.ك.} = \frac{١٥}{٤٥} \times ١٠٠٪$$

$$= \frac{١}{٣} \times ١٠٠٪ = ٣٣٪$$

ويضرب غرامات الهيموكلوبين الموجودة في ١٠٠سم٣ من الدم في ١٠٠ وتقسيمها على منفصل الدم فانه يعطي غرامات الهيموكلوبين الموجودة في ١٠٠سم٣ من الكريات الحمراء المرصوصة

ان متوسط تركيز لهيموكلوبين كريي مقداره ٣٣٪ ، يعني بان هنالك ٣٣ غراما من الهيموكلوبين في كل ١٠٠سم٣ من الكريات الحمراء المرصوصة . (Packed Red Cells) .

ويكون متوسط تركيز الهيموكلوبين الكريي واطئا في حالة فقر دم عوز الحديد (Iron Deficiency Anaemia)

عملية نقل الدم

BLOOD TRANSFUSION

اذا ما اصبح المريض بحالة فقر دم شديد فانه سيكون من المستحيل معالجته بتحسين قوته فقط واضافة الحديد وفيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك . اذ قد يكون عند ذلك من اللازم اجراء عملية نقل الدم له .

ويؤخذ الدم لغرض عملية نقل الدم تحت ظروف معقمة ، وتضاف اليه السترات الحامضية (Acid Citrate) لمنع تجلطه ، وسكر العنب (الكلوكوز) لتغذية الكريات الحمراء . واذا ما اريد استعمال الدم في ماكنة القلب والرئة (Heart - Lung Machine) تضاف اليه في تلك الحالة مادة الهيبارين لمنع تجلطه .

لا تعيش الكريات البيضاء لاكثر من ساعات قليلة اذا ما سحب الدم لغرض عملية نقل الدم ولذا فان عملية نقل دم مخزون لا تستعمل لغرض زيادة عدد الكريات البيضاء في الدورة الدموية .

وانه من المهم جدا ان لا يحتوي اي وعاء يستعمل في عملية نقل الدم شيئا من الصابون او اي منظف اخر حيث ان هذه المواد تذيب الغلاف الدهني الخارجي لكريات الدم الحمراء وبذلك تحطمها

ويحفظ الدم في درجة حرارة ٤٥م ويجب الحرص على ضمان عدم هبوط درجة الحرارة الى ما تحت درجة الانجماد حيث ان ذلك سيحطمها بسبب تكون البلورات الثلجية .

والتجارب جارية لايجاد طرق لحفظ الدم لمدد غير محدودة وان اضافة الكليسرول (Glycerol) او غروان (Colloid) قابل للنقل مثل هايدروكسي اثيل النشأ (Hydroxyethyl Starch) وبوليفينيل بيروليدون (Polyvinyl - Pyrrolidone) سيمكن من حفظ الدم منجمدا دون ان تنفجر الكريات بالبلورات الثلجية ويجب استخلاص الكليسرول من الدم بعد ذوبانه

زمر الدم

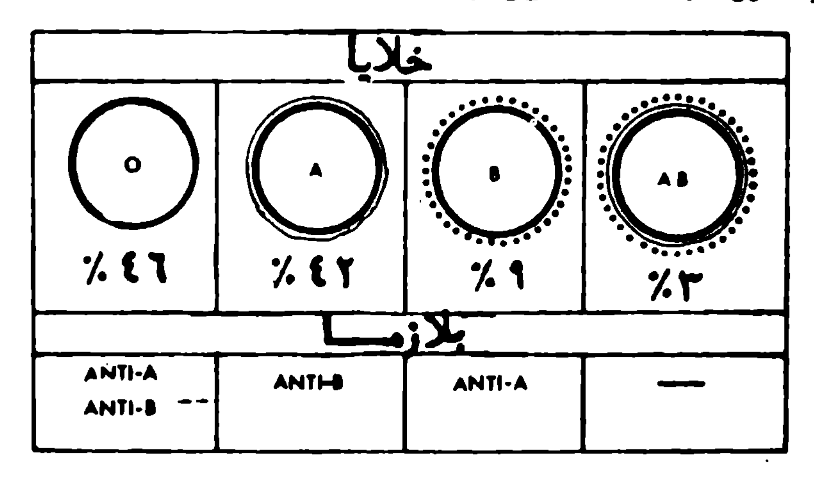
(Blood Groups)

تحتوي الكريات الحمراء في غلافها الخارجي على مادة سكرية تسمى باللزين (Agglutinogen) • وان نصف الافراد تقريبا (٤٢٪) لديهم لزين (A) في كل كرية حمراء في جسمهم وهؤلاء الافراد يقال لهم زمرة (A) • ونسبة اقل (٩٪) تحوي لزين (B) في كرياتهم الحمراء . ويقال لهم زمرة (B) • وان حوالي (٣٪) من الافراد تحوي كرياتهم الحمراء المادتين (A) و (B) ويقال لهم زمرة (AB) • اما باقي الافراد (٤٦٪) فليس في كريات دمهم لزين (A) او (B) ويقال لهم زمرة (O) (شكل ٦٢) .

وخلال السنة الاولى من الحياة فان الاشخاص الذين هم من زمرة (A) تتكون عندهم مادة في البلازما تحطم اية كرية عليها المادة (B) • والطريقة التي يحدث فيها ذلك غير مفهومة بالضبط ، ولكنه من الجائز ان بعض البكتريا التي سبق وان دخلت القناة الهضمية لها مادة سكرية في غلافها الخارجي مشابهة للزين (B) وان تكون مضاد (B) هو استجابة الجسم (تكون المادة المضادة) للمستضد (B) •

ان زمرة (A) تكون مضاد (B) في البلازما ، وزمرة (B) تـكون مضـاد (A) في البلازما ، وزمرة (O) تكون مضاد (A) ومضاد (B) في البلازما وان زمرة (AB) فقط هي التي لا تكون اي ملزن (Agglutinin) كما يقال لها ، في البلازما

اذا ما اجتمعت كريات دم حمراء من زمرة (A) مع بلازما تحتوي على مضاد (A) فانها تصبح لزجة وتتجمع سوية . وهـذا ما يدعى بالتلازن (Agglutnation)



شكل -٦٢- زمر الدم .

ومن الممكن حدوث التلازن على الاخص في الاوعية الدموية الصغيرة للكلية . وهذا التلازن يوقف عمل الكلية مما يؤدي الى فشلها في انتاج البول . وتسمى الحالة بالزرام (Anuria) ولذا فانه من المهم جدا ان لا ياخذ اي شخص من زمرة (A) دما من زمرة (B) ، ولا ياخذ اي شخص من زمرة (B) دما من زمرة (A)

ان الشخص الذي من زمرة (O) والذي يوجد عنده في البلازما مضاد (A) ومضاد (B) يجب ان لا ياخذ دما من زمرة (A) او من زمرة (B) او من زمرة (AB) بل عليه ان ياخذ دما من نـوع زمرته فقط

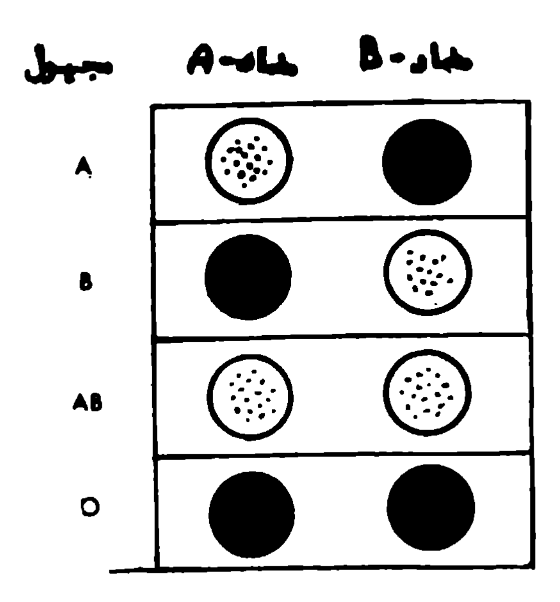
تجري عمليات نقل الدم على اعتبار ان كل مريض يجب ان ياخذ دما من نوع زمرته . واذا لم يتيسر ذلك الدم من تلك الزمرة فعند ذلك فقط وفي حالات خاصة يمكن استعمال دم من زمرة (O) .

ومن الممكن فحص تلازن الدم خارج الجسم (شكل ٦٣) وذلك باجراء مقارنة متصالبة (Cross Matching) بين الدم الذي سيعطى للمريض وبلازما المريض نفسه للتأكد من ان الكريات التي سوف تعطى للمريض لن تتلازن في الدورة الدموية .

زمـــرة ريزس

(Rhesus Group)

حتى عام ١٩٤٠ كان نظام زمر (ABO) للدم ، هو النظام الوحيد المهم المعروف، حين اكتشف لاند شتاينر (Landsteiner) (الذي سبق وان اكتشف زمر ABO عام ١٩٠٥) مادة مهمة اخـــرى هي (D) والتي يجب اخذها بعين الاعتبار ايضا فالمرضى الذين لديهـــم لزين (D) في كريات دمهم الحمراء يقـــال لهـــم ريـــزس موجـــب (Rhesus Positive) وان حوالي ٨٥٪ من الافراد هم من هـــذه الزمرة . اما باقي الـ ١٥٪ فليس في كريات دمهم اللزين (D) ، ولـــذا يقال لهم ريزس سالب (Rhesus Negative) .



شكل –٦٣– تعيين زمرة دم مجهولة . تضاف كمية صغيرة جدا من الدم الى مصل مضاد (A) ومصل مضاد (B) على شريحة زجاجية . وتهز الشريحة الزجاجية ثم يفحص عن التلازن (كما في الاعلى الى اليسار) . ويعطي نمط التـــلازن زمرة الدم .

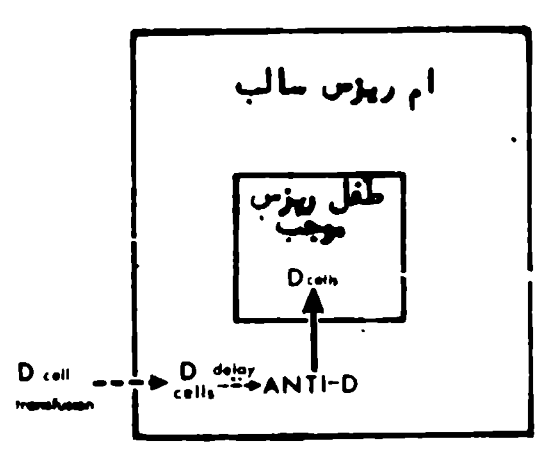
وليس للريزس الموجب ولا للريزس السالب اي مضـــــاد (D) موجود طبيعيا في بلازما دمهم ، ولكن مضاد (D) سيتكون عند شخص من زمرة ريزس سالب اذا ما استلم دما من زمرة ريزس الموجب واذا ما حدث وان استلم مرة مثل هذا الدم فان مضاد (D) المتكون سيظل طوال العمر . وفي كل المناسبات التالية سوف لن يتمكن ذلك الشخص من استلام اي دم من زمرة ريزس الموجب مرة اخرى ، بل عليه ان يستلم دما من نوع زمرته (اي ريزس سالب) . وينطبّق هذا فقط على المرضى الذين هم من زمرة ريزس السالب وليس لمرضى زمرة ريزس الموجب اي مضاد (D) في البلازما ، ولا يمكنهم تكوينه ، ولذلك فان بامكانهم استلام دما من زمرة ريزس السالب او ريزس الموجب .

وبقدر ما يخص الذكور ، فانه ان استلم مريض من زمرة ريزس السالب دما من زمرة ريزس الموجب خطأ فكلما يحدث هو تكون مضاد (D) ولذلك فيجب بعد ذلك حصر نقل الدم اليه بدم من فصيلـــة ريزس السالب .

اما في حالة الاناث فانه يجب ان لا يسمح لاية امراة في سن الحمل او اصغر ، لان تكون مضاد (D) اذ ان ذلك قد يمنعها من ولادة طفل حي . والسبب في ذلك هو ان عامل ريزس يكون موروثا من احد الابوين. ولكثير من النساء من زمرة ريزس السالب اطفال من زمرة ريزس الموجب، لان ازواجهن هم من زمرة ريزس الموجب . ولا يهم ذلك في حد ذاته ، اذ ان دوران الطفل يكون مستقلا عن الام . فله قلبه الخاص به ودمه الخاص به واوعيته الدموية الخاصة به ايضا . وعلى الرغم من ان دم الطفل يقترب من دم الام في السخد (Placenta) ، فان كريات الطفـل في الظروف الطبيعية لا تدخل دورة الام الدموية . ولذا فانه ليس بالغريب نسبيا ان تكون اما من زمرة ريزس السالب تحمل داخل رحمها طفلا من زمرة ريزس الموجب .

واذا ما كونت الام في اية فترة من حياتها مضاد (D) ، فان مضاد (D) هذا سيتمكن من المرور عبر حاجز السخد ويدخل دورة الطفل الدموية حيث يحطم كريات الطفل (شكل ٦٤) . وعندما يحدث مثل هذا ، فان الطريقة الوحيدة المعروفة حاليا لانقاذ حياة الطفل ، هو استبدال الدم وتحويل دم الطفل مؤقتا من ريزس موجب الى ريزس سالب . ولا يتأثر دم ريزس السالب بمضاد (D) وعلى الرغم من ان دم الطفل سيعود بعد اسابيع قليلة الى زمرته السابقة (اي ريزس موجب) ، الا ان حياته تكون قد انقذت .

ويمكن استبدال الدم داخل الرحم ولو ان الشائع هو استبداله



شكل ـ٦٤ـ اذا ما دخلت خلايا (D) (ريزس موجب) الدورة الدموية لامراة من زمرة ريزس سالب ، فانه سيتكون مضـــــاد (D) بعد فترة . وسيعبر مضاد (D) الحاجـــز السخدي في الحمل اللاحق ويحطم خلايا الجنين اذا كانت هذه من زمرة ريزس موجب . ولن يكون للمضاد (D) اي تاثير اذا كان الجنين من زمرة ريزس سالب .

عند ولادة الطفل راسا . واذا لم يكن استبدال الدم داخل الرحم ممكنا ، فان الطفل قد يموت ويحصل الاجهاض للام .

تكون بعض الامهات مضاد (D) بعد الحمل الاول او بعد حمل عدة مرات باطفال من زمرة ريزس الموجب ، على الرغم من عدم اخذهن لدم من فصيلة ريزس الموجب اما كيفية حدوث ذلك في مثل هـــذه الحالة ، فهو ان الضرر الذي قد يحصل للسخد يؤدي الى مرور بعضا من دم الطفل (الذي هو ريزس موجب) خلالها الى دورة الام الدمويـــة والذي يعمل كما لو استبدل دم الام باخر من زمرة مغلوطة . فتكون الام بعد ذلك مضاد (D) ومن المحتمل ان يحدث هذا اثناء ولادة الطفل عندما ينفصل السخد عن الام تاركا وراءه منطقة عاريـــة فالسخـد يحتوي على دم الطفل الذي هو من زمرة ريزس الموجب وبعضا من هذا الدم قد يدخل الى دورة الام الدموية في هذا الوقت .

لقد اظهرت التجارب السريرية بان هذا التمنيـــــع المتســـاوي **(Iso - immunization)** للنساء من زمرة ريزس السالب يمكن منعه باستعمال حقن كاما كلوبيولين مضاد (D) بعد الولادة بفترة قصـــيرة **(Anti-D gamma Globulin)**

الصفيحــات

PLATELETS

للصفيحات وظيفتان رئيستان في الجسم فهي تستطيع ان تتجمع سوية لتسد الثغرات الصغيرة في الاوعية الدموية وهذا ما يطلق عليه بسدادة الصفيحات (Platelets Plug) حيث تلعب دورا مهما في وقف النزف البسيط كالذي يحدث من جراء وخزة دبوس . اما عند حدوث نزف اشد او اصابة بالغة ، فان الدم يتجلط عندئذ .

ان تجلط الدم تغيير يحصل في البلازما . وليست للكريات الحمراء او البيضاء اي دور في تكوين جلطة الدم على الرغم من انها قد تنحصر في الجلطة عند تكونها . والمرحلة الاولى في تجلط الدم يحدث عندما تتحطم الصفيحات او عندما تتضرر الانسجة . وفي كلتا الحالتين فانه لتكون مادة تسمى الثرومبوبلاستين (Thromboplastin) او حــــرك الخثرين (Thrombokinase) وعند تكون الثرومبوبلاستين فانها تحول مـــادة موجودة في البلازما هي سابق الخثرين (Prothrombin) الى الخثريـن (Thrombin) .

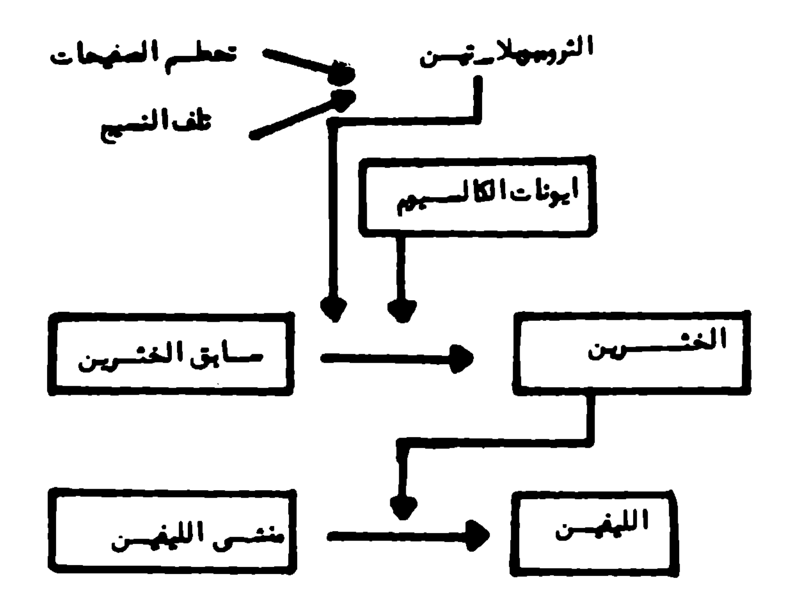
ويحدث هذا التحول فقط عند وجود ايونات الكالسيوم في الدم وعند تكون الخثرين فانها تؤثر في مادة اخرى موجـودة في البلازما هي منشىء الليفـين (Fibrinogen) وتحولها الى الليفين (Fibrin) ان تــكون الليفين هو الذي يؤدي الى حصول الجلطة (شكل ٦٥) .

وتكون الجلطة عند بداية تكوينها ناعمة رجراجة ، لكنها تتقلص بعد فترة قصيرة وتنضح سائلا بلون القش يسمى المصل (Serum) .

اذا منع الدم من التجلط ، فانه ينفصل الى الخلايا والبلازما ، بينما اذا سمح له بالتجلط ، فانه ينفصل الى الجلطة زائدا المصل . ان المصل والبلازما متشابهان جدا . والفرق الوحيد بينهما هو ان المصل قد فقـد عاملي التجلط سابق الخثرين والخثرين الموجودين في البلازما .

ان مرضى الناعــــور (Haemophilia) او مرض كريستماس (Chritsmas Disease) غير قادرين على تكوين الثرومبوبلاستـــين (حرك الخثرين) حتى عند تحطم صفيحاتهم . ويعود ذلك لنقص وراثي في مواد البلازما الضرورية لتكوين الثرومبوبلاستين . وهذه العوامل المفقودة تعرف بعامل كلوبيولين ضد الناعور (او عامل ٨) وعامـــل كريستماس (عامل ٩) .

ويمكن منع تجلط الدم بعدة طرق . والطريقة المتبعة عند اخذ الدم



شكل ـ٦٥ـ يتجلط الدم عند تكون الثرومبوبلاستين نتيجة تحطم الصفيحات او اذى في النسيج .

لعملية نقل الدم ، هو ازالة ايونات الكالسيوم باضافة السترات الحامضية الى الدم وهذه تزيل ايونات الكالسيوم على شكل سترات الصوديوم الكالسيوم وعندها فان الدم لن يتجلط بعد ذلك على الرغم من تكون الثرومبوبلاستين ، حيث ان الثرومبوبلاستين سيكون غير قادر على تحويل سابق الخثرين الى الخثرين

وطريقة اخرى لمنع تجلط الدم هو باستعمال الهيبارين ، والتي هي مادة موجودة طبيعيا وتكونها الخلايا البدينة (Mast Cells) . وتوجد هذه الخلايا مبطنة لبعض الاوعية الدموية في الجسم . ويمنع الهيبارين تحول سابق الخثرين الى الخثرين ، ويمنع تحول منشيء الليفين الى الليفين

واذا ما حدث التجلط في احد الاوعية الدموية في الجسم فان هذا التجلط يسمى بالخثرة (Thrombus) مسببا حالة الخثار (Thrombosis) .ولمثل هذا الخثار عواقب وخيمة اذا ما حدث في الاوعية الدموية للقلب (خثار الاكليلي) وفي الاوعية الدموية للدماغ (خثار المخ) . واذا ما حدثت الخثرة في وريد ، كأحد اوردة الساقين فانها تنفصل وتصبح طليقة وتسمى بالصمة (Embolus) فان الصمة التي تنشأ في

احد اوردة الساقين ستستقر اخيرا في الاوعية الدموية للرئتين مسببة صمة رئوية (Pulmonary Embolism) ·

ان مضادات التخثر الفمية كأحد مشتقات الدايكومارول (Dicoumarol) تخفض من مستوى سابق خثرين الدم بتثبيط تكوينه في الكبد . وهذا ما يزيد في وقت تجلط الدم (Clotting Time) ويقلل من احتمال تكون خثرة داخل الاوعية الدموية

البلازما
PLASMA

البلازما هو السائل الذي يكون بلون القش حيث تتعلق به الخلايا . ويتكون من محلول مائي لبروتينات البلازما وشواردها مضافا اليه كل المواد المنقولة بواسطة الدم .

تقسم بروتينات البلازما الى اح (Albumin) البلازما وكلوبيولين البلازما . وجزيئات الكلوبيولين اكبر من جزيئات الاح . وينقسم الكلوبيولين الى اجزاء حسب حجم الجزيئات . ويطلق على كل جزء منه احد الحروف الابجدية الاغريقية . ولذلك فهذه الاجزاء من الكلوبيولين هي الفا (Alpha) وبيتا (Beta) وكاما (Gemma) كلوبيولين على التوالي .

ان كل ١٠٠ سم٣ من البلازما تحتوي على ٤ر٥ غم من الاح . وحوالي ٢ر٧ غم من الكلوبيولين . وبروتينات البلازما هذه تتكون اساسا في الكبد، على الرغم من ان بعض انواع الكلوبيولين يتكون في الخلايا اللمفية والنسيج اللمفاوي .

وعند تمرض الكبد ، ينخفض تكوين الاح مما قد يسبب زيادة كمية الكلوبيولين على كمية الاح في البلازما .

ان الشوارد الرئيسة في البلازما هي كلوريد الصوديوم وبيكاربونات الصوديوم وان بيكاربونات الصوديوم مهمة جدا لحفظ الدم في حالة قلوية قليلا . ويوجد كلوريد الصوديوم في البلازما الى حد ٩ر. غم في كل ١٠٠ سم٣ . ويطلق على محلول يحوى هذا المقدار من كلوريد الصوديوم بالمحلول الملحي الطبيعي او متساوى التوتر Saline او الفسلجي ، حيث ان له نفس قوة شوارد الدم . ومثل هذا المحلول ان كان معقما ، يمكن زرقه في اوردة المريض ، بينما الماء المقطر النقي يحطم الكريات الحمراء بعملية حل الدم (Haemolysis) ذلك لان كريات الدم الحمراء تحتوي على محلول ملحي قوي لاملاح البوتاسيوم ، فان وضعت في ماء مقطر ، فانها تمتص الماء بعملية التناضح (Osmosis) ·

وظائف بروتينات البلازما :

لبروتينات البلازما عدة وظائف

١ ـ فهي تعمل كاحتياطي بروتيني للجسم ، حيث يمكن استعمالها لتجهيز بروتين الجسم في حالة السغب **(Starvation)** .

٢ ـ انها تمارس ضغطا تناضحيا مقداره ٢٥ ملم زئبق والذي كما سنرى في البحث القادم ، يلعب دورا مهما في تكوين واعادة امتصاص سوائل الانسجة .

٣ ـ لها اهمية في نقل بعض الهورمونات والمواد الاخرى في الجسم ، على الاخص تلك التي لا يمكن ان تكون مذابة بغيرها . وكمثال على مثل هذا النقل هو حركة البيليروبين من جهاز البطانة الشبكية **(Reticulo-endothelial System)** الى الكبد ، حيث تنقل متحدة مع بروتين البلازما .

٤ ـ ان بروتينات البلازما تزيد من لزوجة الدم وهذا ما يمكن من اكتساب ضغط الدم .

٥ ـ لها القدرة ايضا على معادلة الحوامض والقلويات معا ، اي انها تعمل كداريء ... **(Buffer)** .

٦ ـ ان الاجسام المضادة الدائرة توجد اساسا في جزء كاما كلوبيولين من البلازما .

الطحال

SPLEEN

ان الطحال في الانسان ليس مهما للحياة ، فقد يمكن رفعه دونما اثار ضارة .

وفي الحيوانات ، يعمل الطحال كمخزن لكريات الدم الحمراء واثناء الفعالية العضلية أو بعد النزف ، فان هذه الكريات تطرح للدم اما في الانسان فان الطحال صغير جدا ، لذا فان ما يطرحه من كريات حمراء ليس لها اثر مهم في مجموع الكريات الحمراء في الجسم

ان الطحال هو موضع تحطم كريات الدم الحمراء وموضع تكوين الخلايا اللمفية . فهو جزء من جهاز البطانة الشبكية ، وهو يزيل الجزيئات الغريبة بضمنها الكريات الحمراء المتحطمة من الدورة الدموية. ويتضخم الطحال بصورة هائلة في حالة مرض الملاريا وقد يملىء جزءا كبيرا من التجويف البطني .

والطحال هو موضع تحطم الصفيحات وزيادة فعالية الطحال (فرط الطحالبة **(Hypersplenism)** قد تؤدي الى قلة الصفيحات والتي يصاحبها نزف تلقائي من الشعريات (فرفرية **(Purpura)** وتتحسن مثل هذه الحالة عند رفع الطحال

٧ ـ السائل النسيجي واللمف
TISSUE FLUID AND LYMPH

تكوين السائل النسيجي
THE FORMATION OF TISSUE FLUID

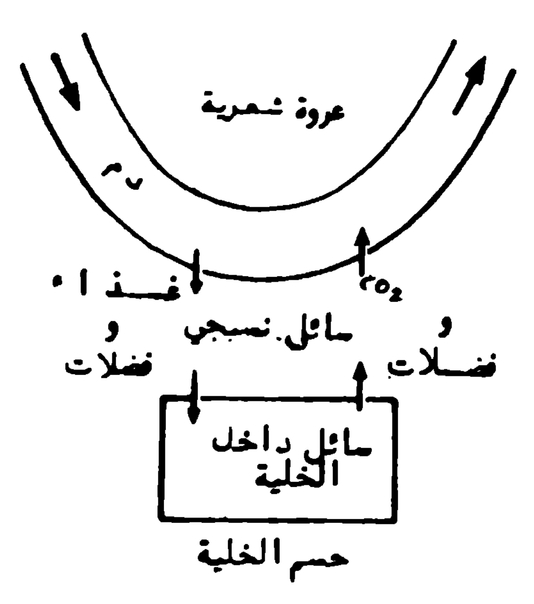
ان الدم الجاري خلال الاوعية الدموية لا يكون في تماس مع اي من خلايا الجسم فهو يبقى في الاوعية الدموية ، واقرب وعاء دموي الى خلية في الجسم هي الشعرية عادة . وتمتلىء المسافة بين الشعرية والخلية بالسائل النسيجي (شكل ٦٦) . وعلى الغذاء والاوكسجين ان ينتشرا خلال السائل النسيجي من الشعرية الى الخلية . وتنتشر الفضلات باتجاه عكسي من الخلية الى الشعرية من خلال السائل النسيجي .

الانتشـــار
(Diffusion)

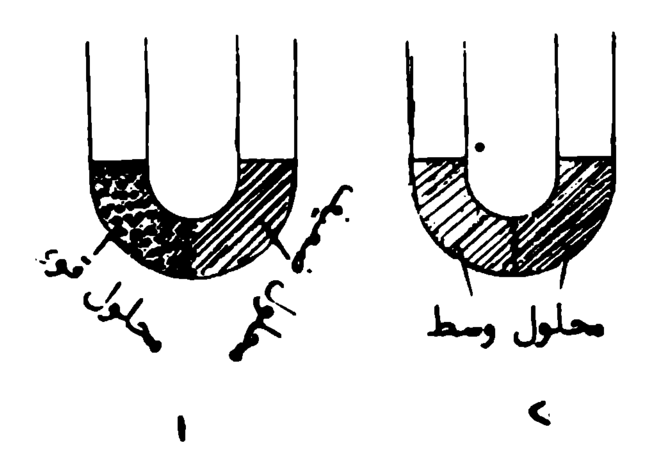
اذا ما فصل غشاء محلولا قويا عن اخر ضعيفا (شكل ٦٧ (١)) ، فان المادة المذابة ستنتقل من المحلول القوي الى الاخر الضعيف حتى تتساوى قوة المحلولين (شكل ٦٧ (٢)) . وهذه الحركة للمادة المذابة من محلول قوي الى محلول ضعيف تسمى بالانتشار

التناضـــح
(Osmosis)

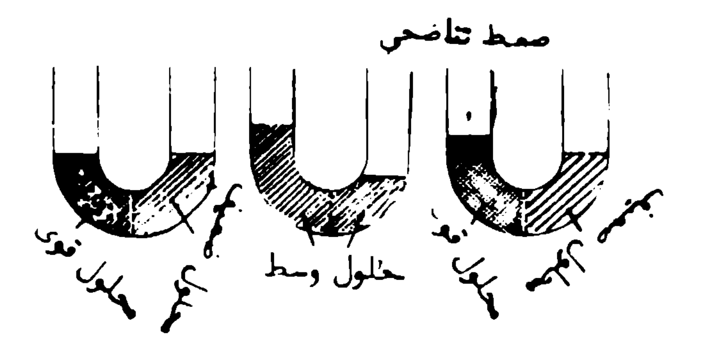
واذا ما فصل غشاء محلولا قويا عن اخر ضعيفا لكن الغشاء لا يسمح لجزيئات المذاب بالمرور من خلاله (شكل ٦٨ (١)) ، فان الماء سيتحرك في الاتجاه المضاد حتى تتساوى قوة المحلولين (شكل ٦٨ (٢) . ان هـــذه الحركة للماء من المحلول الضعيف الى المحلول القوي تسمى بالتناضح ويمكن منع حركة الماء هذه بتسليط ضغط مائي على المحلول القـــوي (شكل ٦٨ (٣)) ان الضغط المطلوب لمنع المحلول القوي من امتصاص الماءمن المحلولالضعيف هوالضغط التناضحي **(Osmotic Pressure)** ويقاس بمليمترات الزئبق . وتسلك الشعريات سلوك هذا الغشاء فيما يخص بروتينات البلازما . فالشعريات نفوذة **(Permeable)** للمـــاء ولكنها غير نفوذة **(impermeable)** لبروتيناتالبلازما . وهذهالحقيقة مهمة في تكوين السائل النسيجي .



شكل -٦٦- ان الغذاء والاوكسجين ينتشران من الدم خلال السائل النسيجي الى خلايا الجسم . اما ثاني اوكسيد الكربون والفضلات فتنتشر في الاتجاه المعاكس من خلايا الجسم الى السائل النسيجي ومن ثم الى الدم .



شكل -٦٧- الانتشار .



شكل -٦٨- التناضح .

السائل خارج الخلية

EXTRACELLULAR FLUID

يكون الماء ٧٠٪ من وزن الجسم ، وان شخصا وزنه ٧٠ كغم يحتوي جسمه على حوالي ٤٥ لترا من الماء . ان ٣٠ لترا من هذا الماء يوجد داخل الخلايا ويسمى بالسائل داخل الخلية **(Intracellular Fluid)** . واملاح السائل داخل الخلية بالدرجة الاولى هي امـــلاح البوتاسيوم والمغنيسيوم .

ويسمى السائل الذي يكون خارج الخلايا والبالغ مقداره ١٥ لترا بالسائل خارج الخلية ، وشوارد **(Electrolytes)** هذا السائل بالدرجة الاولى هي املاح الصوديوم ان كميات الصوديوم الموجودة داخل خلايا الجسم قليلة جدا بسبب وجود مضخة الصوديوم في الخلايا، حيث تضخ الصوديوم ، المنتشر الى داخلها ، خارجا ينقسم السائل خارج الخلية الى السائل خارج الخلية للدم والذي يعرف بالبلازما ، ثم السائل خارج الخلية للجسم والذي يعـــرف بالسائـــل الخـــلالي **(Interstitial Fluid)** ويشار الى السائل الخلالي ايضـــا بالسائل النسيجي ، وهذا الاصطلاح الاخير هو الذي سنستعمله هنا .

تكوين السائل النسيجي واعادة الامتصاص

لقد رأينا ان ضغط الدم يهبط الى ٣٢ ملم زئبق في الوقت الذي يصل فيه الى الشعرية (شكل ٤٩) ثم يهبط اكثر الى ١٢ ملم زئبق عندما يمر الدم من خلاله .

يكون غشاء الشعرية نفوذا للماء ، وان ضغط الدم في الشعرية يميل

الى دفع الماء خارجا من خلال جداره الى المسافات النسيجية ، مسببا بذلك تكوين السائل النسيجي ولا يحتوي السائل النسيجي فعليا على بروتينات البلازما ، وان وجود بروتينات البلازما في الدم تسبب ضغطا تناضحيا يمتص به الماء داخلا من المسافات النسيجية ومقدار قوة الامتصاص هذه هي ٢٥ ملم زئبق (وتساوي نفس القوة عندما نشرب من خلال انبوبة ورقية) وقوة الامتصاص التناضحي هذه هي في عكس ضغط دم الشعرية فالضغط يدفع الماء خارجا بينما قوة السحب التناضحي تمتص الماء داخلا

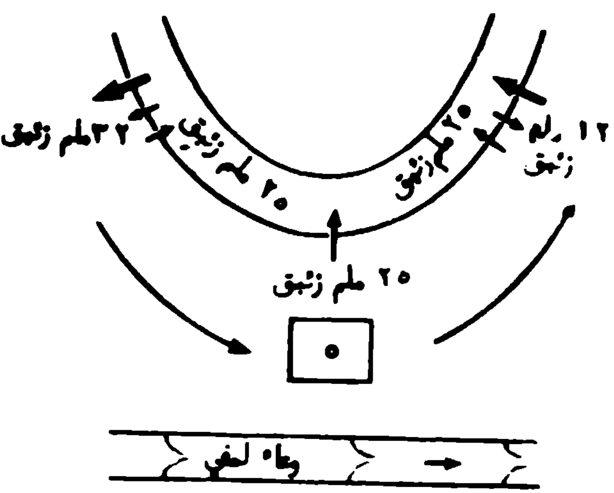
وفي النهاية الشرينية للشعرية ، فان الضغط الذي يدفع السائل خارجا ومقداره ٣٢ ملم زئبق ، هو اكثر من الضغط التناضحي البالغ ٢٥ ملم زئبق والذي يمتص به السائل الى الداخل (شكل ٦٩) ونتيجة لذلك فان كمية السائل المتكونة هي اكثر من الكمية المعاد امتصاصها ، والنتيجة النهائية هو تكوين السائل النسيجي في هذا الجزء من الشعرية. وفي النهاية الوريدية للشعرية . فان قوة الامتصاص التناضحي تكون اكبر من ضغط دم الشعرية ، وتكون النتيجة النهائية في هذه المنطقة عودة السائل النسيجي الى الشعرية

وفي الاحوال الطبيعية فان هناك توازن بين تكوين السائل النسيجي واعادة امتصاصه . وفي كل الاحوال فان اعادة امتصاص السائل النسيجي يعتمد على المسافات النسيجية المتبقية خالية من بروتين البلازما ، حيث ان قوة الامتصاص التناضحي ستزول اذا ما سمح للبروتينات بالتجمع في السائل النسيجي وعلى الرغم من ان غشاء الشعرية يمكن اعتباره غير نفود للبروتين ، الا ان كمية قليلة من البروتين تتسرب خارجا من الشعريات بمرور الوقت ويزال هذا البروتين بواسطة منظومة من الاوعية الممتدة خلال المسافات النسيجية تعرف بالاوعية اللمفية . وتلتقط هذه الاوعية بروتين البلازما لتنقله الى تجويفها . وللاوعية اللمفية صمامات ، وكما في الاوردة فان تقلصها العضلي يسبب جريان اللمف خلال هذه الاوعية (شكل ٧٠) . واخيرا فانه يطرح في الاوردة الكبيرة في منطقة الرقبة .

السائل النسيجي واسترداد حجم البلازما بعد النزف

اذا كان مقدار النزف كافيا لاحداث هبوط في الضغط الدموي الشرياني فان الضغط الدموي في الشعريات سيهبط هو ايضا وسيكون الضغط الدموي الشرياني في هذا الوقت اوطأ في النهايتين الشريانية والوريدية للشعرية ولذلك فان اعادة امتصاص السائل

النسيجي الان سيزيد على تكوينه والنتيجة النهائية هي ان السائل سينتقل من المسافات النسيجية الى الدم محاولا بذلك استرداد حجم البلازما .



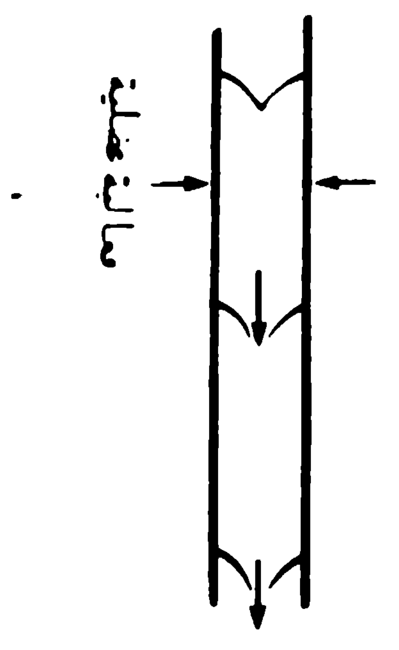
شكل -٦٩- تكون واعادة امتصاص السائل النسيجي . ان وجود بروتينات البلازما في الشعريات الدموية وانعدامها في السائل النسيجي ، يعطي قوة سحب مقدارها ٢٥ ملم زئبق والتي تزيد على الضغط الدموي في النهاية الشعرية الوريدية فتعيد بذلك السائل الى الدورة الدموية . واية كمية من بروتينات البلازما التي تتسرب من الشعرية الى المسافات النسيجية تؤخذ بواسطة الاوعية اللمفية .

وحتى اذا ما حفظ الضغط الدموي بعد النزف قريبا من مستواه السابق بواسطة مستقبلات الضغط ، فان استرداد السائل الى الدم سيستمر من المسافات النسيجية وسيحصل تضيق شديد في الشريان. مما يزيد من انخفاض الضغط خلال هذه الاوعية ولذلك فان الضغط الدموي للشعرية سينخفض وسيزداد اعادة امتصاص السائل النسيجي على انتاجه

الخـــزب

OEDEMA

تسمى الكمية الكبيرة من السائل النسيجي بالخزب . ويحدث عندما تكون سرعة تكوين السائل النسيجي اكثر من سرعة اعادة الامتصاص .



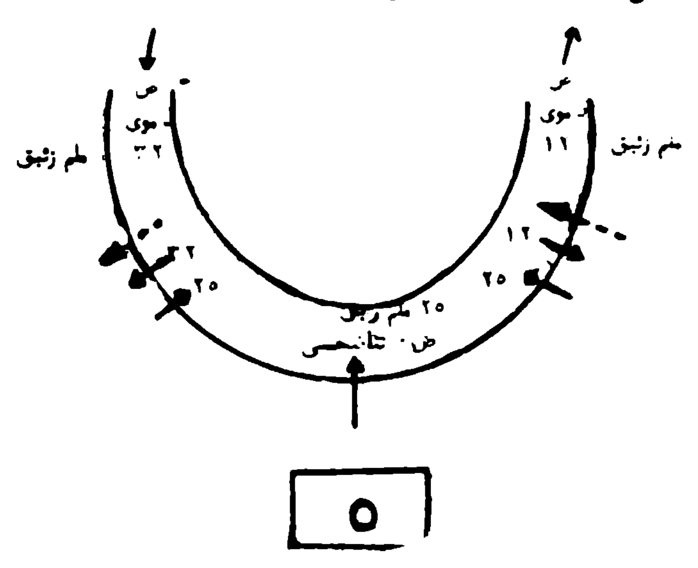
شكل ـ٧٠ـ الاوعية اللمفية . تحتوي الاوعية اللمفية على صمامات وان تعاقب تقلص وانبساط العضلات المحيطة بها ، يدفـــع باللمف خلال الاوعية اللمفية .

وبالرجوع الى (شكل ٦٩) ، فاننا نرى ان اعادة الامتصاص تعتمد على الضغط التناضحي لبروتينات البلازما وفي الحالة الطبيعية فانه توجد ٧ غرامات من بروتينات البلازما في كل ١٠٠ سم٣ من البلازما ، وهذه الكمية من البروتين ضرورية لكي تعطي قوة امتصاص تناضحي مقداره ٢٥ ملم زئبق (شكل ٧١)

نقص بروتين البلازما :ـ

ان نقص بروتينات البلازما قد يحدث في عدد من الحالات السريرية. فقد يكون النقص بسبب عدم كفاية اخذ غذاء البروتين ، او بسبب نقص تكوين بروتينات البلازما او بسبب فقدان كميات كبيرة منها وعلى هذا فان الخزب الناتج عن نقص بروتينات البلازما ، قد يحـــدث في حالات السغب وسوء التغذية (قصور في الاخذ) او مرض الكبد (قصور في الانتاج)

حيث ان بروتينات البلازما تتكون اساسا في الكبد او التهاب الكلية (مرض الكلية) وعلى الاخص في متلازمة كـلائي **(Nephrotic Syndrome)** حيث يكون هناك فقدكبير للبروتين فيالبول (بيلة آحية**(Albuminuria)** وجميع هذه الحالات السريرية الثلاثة تكون مصاحبة بالسغب



شكل ــ٧١ــ يتم اعادة امتصاص السائل النسيجي فقط في النهايـــة الشعرية الوريدية اذا ما كان الضغط الوريدي اقل من الضغط التناضحي لبروتينات البلازما (٢٥ ملم زئبق) •

ويجب الملاحظة (شكل ٧١) بان اعادة امتصاص السائل النسيجي يحدث فقط اذا ما كان ضغط الدم في النهاية الوريدية للشعرية اقل من الضغط التناضحي لبروتينات البلازما ويكون هذا بالطبــع لان ضغط الدم الشعري هو ١٢ ملم زئبق في هذه النقطة بينما تكون قوة الامتصاص التناضحي ٢٥ ملم زئبق ان هذا الضغط الدموي البالغ ١٢ ملم زئبق هو الضغط المتيسر لضخ الدم كي يعود الى الجانب الايمن من القلب عن طريق الاوردة ويكون هذا الضغط كافيا شريطة عدم وجود انسداد وريدي ، وعلى ان يكون الضغط داخل الاذين الايمن مساويا للضغط الجوي اي صفر ملم زئبق

الضغط الوريدي العالي :

اذا حدث انسداد وريدي او كان المريض في حالة قصور القلب الاحتقاني **(Congestive Heart Failure)** مع ضغط دمـــوي

وريدي عال في الاوردة الكبيرة والاذين الايمن ، فان الضغط في النهايـة الوريدية للشعرية سيكون اكثر من ١٢ ملم زئبق واذا ما ازداد عن ٢٥ ملم زئبق فلن تكون هناك اي اعادة امتصاص للسائل النسيجي ويتكون الخزب .

الخثار الوريدي :

ان ربطة اللفافة المحكمة جدا او قالب الجبس اللذان يؤديان الى انسداد الاوردة سيسببان الخزب في المنطقة البعيدة من الانسداد . وقد تتورم ساقي الامرأة الحامل نتيجة زيادة ضغط الطفـل في الرحم على الاوردة العائدة بالدم من الساقين ويتكون عند مرضى قصور القلب الاحتقاني خزب ضخم بسبب الزيادة الكبيرة في ضغط الدم الشعري الناتج عن الزيادة الكبيرة جدا في ضغط الجانب الايمن من القلب .

زيادة نفوذية الشعريات :

ويحدث الخزب اذا ما اصبحت الشعريات نفـوذة الى بروتينات البلازما حيث تتسرب هذه البروتينات الى المسافات النسيجية . وفي حالة قصور القلب الاحتقاني فانه اضافة الى الضغط الوريدي العالي توجد هناك لااوكسية ركودية (نقص اوكسجيني) عامـة تسبب تلف الشعريات فتصبح عندئذ نفوذة للبروتين . ويحـدث التلف الشعري الموضعي بعد تحرير الهستامين في الاستجابة الثلاثية . والجبار المصاحب لهذه الاستجابة هو شكل موضعي للخزب

ويشاهد الخزب بسبب التلف الشعري في المناطق المتضررة كالتواء الكاحل او الكدمات الخ حيث يسبب الخزب الموضعي التورم . ومن الممكن منع زيادة التورم بالشد المحكم حيث يمنع من تكوين كمية اكبر من السائل النسيجي ان قرصة الحشرات كالبعوض والبرغش والذباب تسبب تلفا شعريا ، والمنطقة المرتفعة حول القرصة تكون بسبب الخزب الموضعي .

حصر الاوعية اللمفية

ويحدث الخزب ايضا اذا ما كان هنالك حصر في الاوعية اللمفية ، او انها كانت مزالة جراحيا او لكونها غير موجودة خلقيا (خزب الساقين اللمفي) ان دودة الفيلاريا **(Filaria)** هي طفيلي تعيش في الاوعية اللمفية وغالبا ما يصاحب الاصابة بالفيلاريا خزب ضخم في طرف او جزء من الجسم وقد ينشأ خزب في الذراع بعد عملية قطـع الثديين الجذري والتي تشمل ازالة الاوعية اللمفية

الخزب بسبب احتباس الصوديوم :

سنرى فيما بعد بان خزبا عاما قد يحدث عنـــد مرضى احتباس الصوديوم بسبب زيـــادة هورمونـــات قشـــرة الكظـــر (Adrenal Cortex Hormones) اذ يحتبس كلوريد الصوديوم في الجسم كمحلول مائي بنسبة ٩ر. غم كلوريد الصوديوم في ١٠٠ سم٣ من الماء والذي له نفس الضغط التناضحي للكريات الحمراء

مواقع الخزب :

بسبب جاذبية الارض فان سائل الخزب يميل دوما لان يتكون في الاجزاء التابعة من الجسم ففي وضع الوقوف ، يتجمع في الكاحلين والساقين . وعندما يكون المريض في الفراش ، فان اوطأ اجزاء الجسم هي المنطقة القطنية السفلى ، ولذا فغالبا ما يكون الخزب هنا واحتمال ظهور الخزب في الوجه عند المريض المستلقي اكثر مما لو كان جالسا او واقفا

الخزب الرئوي :

ان الضغط الدموي للشريان الرئوي في الرئتين يكون عادة واطئا (٨/٢٥ ملم زئبق) لدرجة ان ضغط جميع الاوعية الدموية الرئوية بضمنها الشعريات الرئوية يكون اقل من قوة الامتصاص التناضحي لبروتينات البلازما ولذلك فان السوائل النسيجية لا تتكون عادة في الرئتين . وان اي حالة يزداد فيها الضغط داخل الاذين الايسر والاوردة الرئوية فان هذه الزيادة في الضغط ستنتقل الى الشعريات الرئوية والشريان الرئوي. ويزداد الضغط في الشعريات الرئوية الى حد يتكون معه السائل النسيجي مسببا الخزب الرئوي . وحيث انه لا توجد الا مسافات نسيجية محدودة جدا في الرئتين فان هذا السائل النسيجي سيدخل الاكياس الهوائية السنخية (Alveolar air sacs) مسببا البهـــر (Dyspnoea) (صعوبة في التنفس) حيث ينقطع تنفس المريض وتسمى هذه الحالة بالربو القلبي (Cardiac Asthma) ويجد المريض بان تنفسه يـــكون اسهل عليه في وضعية الجلوس . وان الضغط الدموي في الاجزاء العليا من الرئتين في هذه الوضعية يكون اقل مما هو عليه في باقي اجزاء الرئتين وقد يكون واطئا لدرجة تسمح للتنفس الاعتيادي بالاستمرار بينمـــا تتجمع سوائل الخزب في قاعدتي الرئتين

قصور القلب والخزب

عندما يكون القلب غير قادر على تحويل الدم من الجانب الوريدي الى الجانب الشرياني فان الحالة يطلق عليها قصور القلب .

قصور الجانب الايسر :

ان قصور البطين الايسر قد ينشأ نتيجة فرط التوتر او مرض الشريان الاكليلي او مرض الصمام الابهر .

ففي قصور البطين الايسر فان الدم لا ينتقل بكفاية من الاوردة الرئوية الى الابهر من خلال الجانب الايسر للقلب . وبذلك تحصل زيادة في الضغط داخل الاوردة الرئوية وينتقل هذا الضغط بواسطة الرئتين الى الشريان الرئوي .

وسيكون الضغط الدموي الشعري اعلى من الطبيعي واذا ما ارتفع الى اكثر من ٢٥ ملم زئبق فانه يتكون عندئذ السائل النسيجي في الرئتين مسببا الخزب الرئوي . ويتداخل هذا مع تبادل الغازات وتصبح الرئتين اكثر صلابة .

ان قصور البطين الايسر يؤدي الى البهر والذي يكون على اشده عند وضع الاستلقاء وسيكون في هذه الوضعية دم كثير في الرئتين ، ولكن المريض لا يستطيع التنفس بسهولة الا وهو في وضع الجلوس . ويطلق على هذه الحالة ببهر الرقود (Orthopnoea) .

وفي وضع الجلوس فان السائل النسيجي يتجمع في قاعدة الرئتين. ويكون التنفس وتبادل الغازات ممكنا في قمتي الرئتين والاجزاء العليا منهما .

قصور الجانب الايمن :

اذا ما قصر البطين الايمن في نقل الدم بصورة كافية من الاوردة الكبيرة من خلاله الى الشريان الرئوي فان الحالة تسمى قصور البطين الايمن وقد يكون هذا نتيجة تضيق في الصمام التاجي او فرط التوتر الرئوي او بعد صمة استقرت في الشريان الرئوي (انصمام رئوي)

ان قصور الجانب الايمن للقلب يؤدي الى زيادة الضغط في الاوردة الكبيرة ، ونتيجة لذلك فان اوردة العنق تصبح متمددة بالدم .

وعادة فان جميع الاوردة التي فوق الزاوية القصية تنكمش بسبب كون الضغط داخل الاوردة اقل من الضغط الجوي . ولذا فانه في وضعيتي الجلوس والوقوف فان اوردة العنق لا تكون عادة مرئية . ولكنه في حالة قصور البطين الايمن ، فان الضغط يرتفع الى الحد الذي تتمدد معه اوردة العنق عند الجلوس او الوقوف

ان ارتفاع عمود الدم في الاوردة فوق الزاوية القصية يعطي مقياسا لزيادة الضغط الموجود على الجانب الوريدي المؤدي الى القلب الايمن

ان ازدياد الضغط الوريدي والذي ينقل خلفا الى شعريات الدورة الدموية النظامية من خلال الاوردة سيؤدي الى خزب عام

كلوريد الصوديوم واحتباس الماء في قصور القلب :

في كلي نوعي قصور القلب فان البطينين يقصران في ادامة طرح كافي وكنتيجة لذلك تكون هناك حالة لا اوكسية ركودية

ان تأثير ضعف جريان الدم الى الكليتين يؤدي الى تحـرر الرينين **(Renin)** وتكوين الانكيوتنسين **(Angiotensin)** الذي ينبـه قشرة الكظر لتحرر الالدوستيرون **(Aldosteron)**

وكنتيجة لذلك يكون هنالك احتباس لكوريد الصـوديوم والماء . وينقص حجم البول وتكون كثافته النوعية وقد يحتوي على الاح .

ان ازدياد حجم الدم الناتج من احتباس ريـد الصوديوم والماء يسبب زيادة اخرى في اضغط الوردي والتي تزيـ ن سوء قصور القلب . ومن المهم ان نقطع هذه الحلقة المفرغة بتقليص حـ الدم. ويمكن الوصول الى ذلك بالفصد **(Venesection)** او بواسطـ بيلات **(Diuretics)** ومن الممكن استعمال الديجيتال **Digitalis)** لزيادة فعالية القلب

وعليه فان قصور القلب يصاحبه طرح ة واطئ ولا اوكسيـة ركودية وزيادة في حجم الدم مع احتباس الصود . وللحد من احتباس الصوديوم نستخدم قوتا خاليا من الملح

٨ ـ التنفس

RESPIRATION

للتنفس وظائف رئيسة ثلاث :ـ

١ ـ اخذ الاوكسجين

٢ ـ اخراج ثاني اكسيد الكاربون

٣ ـ تنظيم ب هـ الدم

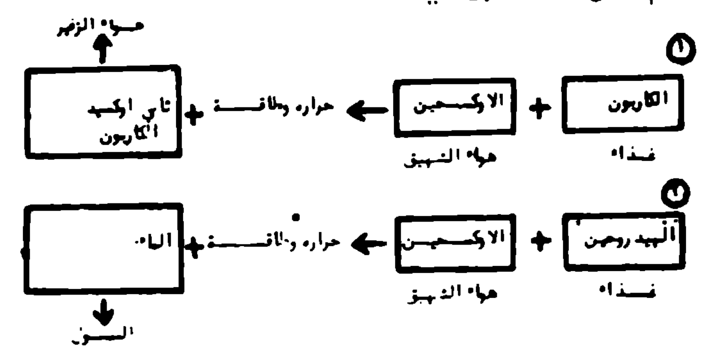
الحاجة الى الاوكسجين :

تنتج الحرارة والطاقة في الجسم من اكسدة الكاربون والهدروجين في الغذاء . ويأتي الاوكسجين المطلوب من هواء الشهيق

ان تحويل الغذاء الى حرارة وطاقة في خلايا الجسم يتم بعدد من المراحل . وتسمى العملية باكملها بالايض **(Metabolism)** وهي عملية معقدة ، ولكن التغييرات الكلية ، هي ان ذرات الكربون من الغذاء تتحد مع ذرات اوكسجين الهواء محررة الحرارة والطاقة ومكونة ثاني اكسيد الكربون كناتج فضلة اضافة لذلك فان ذرات الهيدروجين من الغذاء تتحد مع ذرات اوكسجين الهواء محررة كمية اخرى من الحرارة والطاقة وتكوين ثاني اكسيد الكربون كناتج فضلة (شكل ٧٢)

يبرز ثاني اكسيد الكربون في هواء الزفير وان الماء المتكون (ماء ايضي) يضاف الى الماء المأخوذ بواسطة الجسم وما زاد على ذلك فانه يبرز عن طريق الكليتين في البول

في اثناء الراحة فان ٢٥٠ سم٣ من الاوكسجين في الدقيقة تمتص من هواء الشهيق لسد متطلبات الجسم الايضية ويزداد هذا الرقم كثيرا عند التمارين ، اذ قد تصل حاجة الاوكسجين في التمارين العنيفة الى ٥٠٠٠ سم٣ من الاوكسجين في الدقيقة



شكل ـ٧٢ـ مخطط اساسي لانتاج الحرارة والطاقة .

وحيث ان جزءا من الاوكسجين يستعمل في اكسدة الهيدروجين فان حجم ثاني اكسيد الكربون المطروح خارجا في كل دقيقة يكون اقل بقليل من حجم الاوكسجين المأخوذ .

ان نسبة ثاني اكسيد الكربون المطروح خارجا الى نسبة الاوكسجين المأخوذ يعرف بالحاصل التنفسي (ح.ت) وهو في الاحوال الطبيعية

$$٨ر٠ = \frac{٢٠٠}{٢٥٠}$$

ان الحاصل التنفسي يدل على ان الغذاء قد تم ايضه . واذا ما استعملت الكاربوهيدرات فقط فان الحاصل التنفسي عند ذاك يساوي (١) حيث ان كمية الاوكسجين المأخوذة وكيمة ثاني اكسيد الكربون المطروحة خارجا تكونان متساويتين .

وعند ايض الدهون ، يصبح الحاصل التنفسي ٧ر. اي ان كل ٢٥٠ سم٣ من الاوكسجين المأخوذة ستعطى فقط $\frac{٧}{١٠}$ من ٢٥٠ سم٣ من ثاني اكسيد الكربون (اي ١٧٥ سم ٣)

وفي قوت خليط من الدهون والكاربوهيدرات والبروتينات يكون الحاصل التنفسي عند اتمام ايضها كما راينا ٨ر.

عملية التنفس

BREATHING

تحتل الرئتان التجويف الصدري وان عملية التنفس تتم بزيادة ونقصان حجم هذا التجويف

يسمى هواء الرئتين بالهواء السنخي **(Alveolar Air)** ، وهو يختلف عن هواء الغرفة بكونه يحتوي على كمية اقل من الاوكسجين وكمية اكثر من ثاني اكسيد الكربون . ان الهواء السنخي هو الذي يتلامس مع الدم الجاري خلال الشعريات الرئوية (ان الدم في هذه الاوعية لا يتلامس مطلقا مع هواء الغرفة)

وعند التحليل فاننا نرى ان الهواء السنخي يتكون من

١٤٪ اوكسجين
٥ر٥-٦٪ ثاني اوكسيد الكربون

٨٠٪ نيتروجين

وهواء الغرفة يتكون من

٢١٪ اوكسجين

٧٩٪ نيتروجين

صفر ٪ ثاني اوكسيد الكربون

(توجد كمية قليلة جدا من ثاني اوكسيد الكربون في هواء الغرفة مهمة جدا للنبات وحيث ان هذه الكمية تساوي فقط ٣٠ر٠٪ فهي بالنسبة للانسان والحيوان تعتبر صفرا)

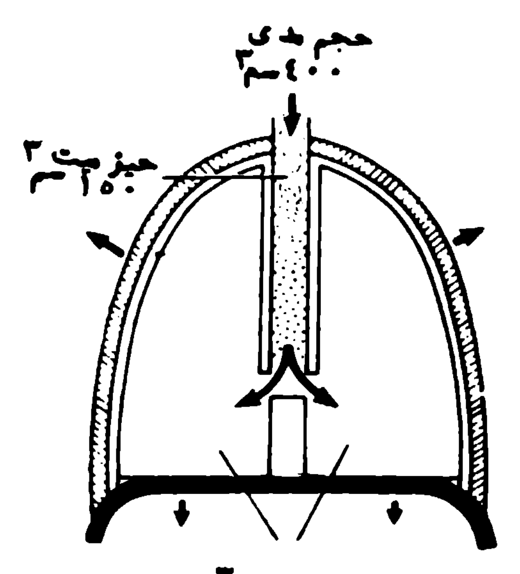
في نهاية زفير هادىء ، فان الرئتين لازالتا تحتويان على حوالي ٣ التار من الهواء السنخي ، ويوجد في هذه الكمية فقط ٤٢٠ سم٣ من الاوكسجين (١٤٪ من ٣٠٠٠ سم٣) وحيث ان الجسم يحتاج الى ٢٥٠ سم٣ من الاوكسجين بالدقيقة لعملية الايض ، فان احتياطي الرئتين من الاوكسجين لن يكفي الا لمدة هي اقل من دقيقتين . ولذا فمن المهم جدا تجديد هواء الرئتين باستمرار بعملية التنفس . ويجب ادامة هذه العملية دون انقطاع طوال حياة المرء .

ان عملية زيادة حجم الصدر ونقصانه بالتناوب تكون تحت سيطرة مجموعة من الخلايا العصبية تقع في الدماغ في التكوين الشبكي **(Reticular Formation)** للنخاع تعرف بمركز التنفس **(Respiratory Centre)** . ومن هذا المركز تتجه اعصاب الى العضلات التنفسية .

تتم عملية الشهيق **(Inspiration)** بتقلص العضلات بين الاضلاع والتي ترفع جدار الصدر عاليا وللخارج ، ويتقلص عضلة الحجاب الحاجز **(Diaphragm)** (شكل ٧٣) والتي تدفعه نحو الاسفل ضاغطة بذلك على المحتويات البطنية .

اما عملية الزفير **(Expiration)** فتتم بانبساط هذه العضلات . والارتداد المطاطي للرئتين ولجدار الصدر يعيدان الصدر الى مستواه التنفسي الساكن

ان زيادة حجم الصدر عند الشهيق يكون قليلا اثناء التنفس الهادىء ، ويزداد الحجم فقط من ٣٠٠٠ سم٣ الى ٣٤٠٠ سم٣ وكنتيجة لزيادة الحجم ٤٠٠ سم٣ ، فان هذه الكمية من الهواء تدخل الانف او الفم



شكل -٧٣- تحتوي الرئتان على ٣٠٠٠ سم٣ من الهواء في نهاية الزفير. ويؤخذ في الشهيق الذي يليه ٤٠٠ سم٣ من الهواء من خلال الانف او الفم . ويبلغ حجم الحيز الميت ١٥٠ سم٣. لذا فان ٢٥٠ سم٣ فقط من هواء الغرفة تصل الرئتين .

الحيــز الميــت

(Dead Space)

ان الـ ٢٥٠ سم٣ الاولى من هواء الغرفة المأخوذ هي التي تصل الرئتين فقط والسبب في ذلك هو ان للممرات الهوائية حجما مقداره ١٥٠ سم٣ . وقبل ان تصل اخر ١٥٠ سم٣ من هواء الغرفة الى الرئتين، فان عملية التنفس تنقلب ويدفع هذا الهواء خارجا مرة اخرى .

ان الـ ١٥٠ سم٣ الاولى من كل زفير هو هواء الحيز الميت والذي كان قد وصل فقط الى الممرات الهوائية . اما اخر ٢٥٠ سم٣ من هواء الزفير فانه يحتوي على الهواء السنخي الاتي من الرئتين والذي يحوي ثاني اكسيد الكربون المراد طرحه خارج الجسم ان وجود الحيز الميت يجعل التنفس غير فعال ، حيث انه يتطلب استعمال جهدا عضليا لاخذ كمية من الهواء لا تصل الرئتين

فلو دخل ٤٠٠ شخص الى قاعة سينما تحتوي على ٢٥٠ مقعدا فقط فان اول ٢٥٠ شخصا سيتمكنون من الوصول الى الصالة والجلوس

فيها ، بينما الباقي ومقدارهم ١٥٠ شخصا فسيبقون في الممرات خارجا وفي نهاية العرض وبعد خروج الجميع ، فان الاشخاص الذين قد شاهدوا العرض فعلا هم اول ٢٥٠ شخصا ، اما باقي الـ ١٥٠ شخصا فانهم لم يكونوا قد وصلوا الى المنطقة المهمة

ويمكن جعل التنفس اكثر فعالا عند مريض بكرب تنفسي (Respiratory distress) وذلك باجراء عملية فقر الرغاميّ (Tracheostomy) وفتح القصبة الهوائية للخارج في منطقة الرقبة . وعندها فان هواء الغرفة سيصل الرئتين عن طريق حيز ميت صغير نسبيا . ولذا فان حجما مديا (Tidal Volume) صغيرا سيكون كافيا لادامة تهوية سنخية مناسبة .

ان الحجم الكبير للحيز الميت (١٥٠ سم٣) عند الاشخاص الطبيعيين يعني بان ١٥٠ سم٣ من كل حجم مدى يكون غير فعال ، واذا ما كان تنفس المريض ضحلا حيث يقل الحجم المدى كثيرا ، فان المريض سيختنق اذا ما هبط الحجم المدى الى ١٥٠ سم٣ اذ ان اي حجم مدى مساويا الى ١٥٠ سم٣ او اقل سيعني عدم وجود تهوية اطلاقا ، لذلك فانه يجب الانتباه الى نقطة مهمة عند اجراء عملية التنفس الاصطناعي ذلك ان اي كمية من هواء الغرفة سوف لن تصل الى الرئتين ما لم تكن المناورة المختارة ستنتج حجما مديا اكبر من ١٥٠ سم٣ وانها ستكون غير فعالة نهائيا

وعند السباحة تحت الماء فان استعمال انبوب جهاز الغطس هو مثل لزيادة حجم الحيز الميت اصطناعيا اذ ان الهواء في هذه الحالة يجب ان يؤخذ من نهاية الانبوب حيث ان له حجما كبيرا على الهواء يقطعه قبل الوصول الى الرئتين واذا ما اريد التنفس من خلال مثل هذا الانبوب فانه يتطلب تنفسا اعمق . وتكون من المستحيل تأمين تهوية كافة اذا كان الانبوب طويلا جدا او كان ذا قطر واسع .

فعالية العضلات التنفسية

(Respiratory Muscle Activity)

تتم الحركات التنفسية عن طريق مركز التنفس في النخاع باستعمال العضلات التنفسية والتي هي من نوع العضلات المخططة ان العضلات المخططة هي التي تستعمل عادة في الحركات الارادية فهي مجهزة باعصاب تنشأ من خلايا القرن الامامي للحبل الشوكي ، وتخرج الاعصاب الحركية عن طريق جذور العصب الامامية لتتجه الى الياف العضلات التنفسية .

ان الشهيق عملية فاعلة (Active) اي انها تحصـل بتقلص عضلات الشهيق والزفير عملية منفعلة (Passive) اذ انهـا تتم بالارتداد المطاطي للرئة ولجدار الصدر ويوجد لدينا عضلات زفيرية ولكنها لا تستعمل الا في حالة زفير قوي جدا كما هو الحال عند نفخ نفاخة او نفخ كرة القدم .

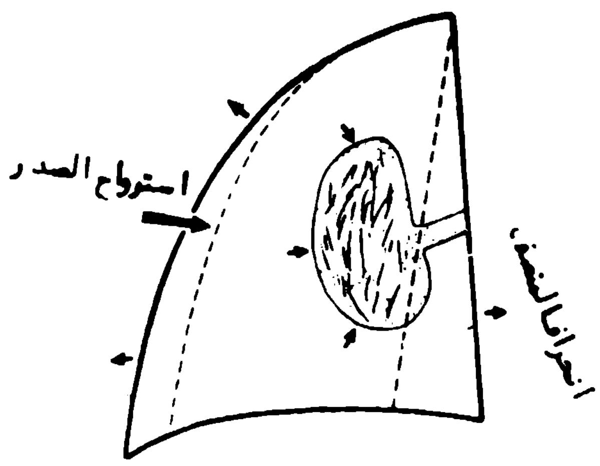
وعندما يزداد التنفس ، كما في التمارين ، فانه تستخدم عضلات لاحقة اضافة الى العضلات الشهيقية الطبيعية وهذه العضلات اللاحقة تستعمل لرفع القفص الصدري ومن ثم زيادة حجم الصدر والعضلات اللاحقة الرئيسة والتي ترتبط جميعها بالمنطقة العنقية للعمود الشوكي او الجمجمة هي القصية الخشائية (Sternomastoid) والتي تنشأ من عظم الترقوة وتندغم في النتوء الخشـائي (Mastoid Process) للجمجمة ، والعضلات الاخمعية (Scalene Muscles) والمربعـة المنحرفة (Trapezius) (القسم العلوي) وتستعمل العضـلات الصدرية ايضا عندما يكون حزام الكتف مثبتا في حالة رفع جسم ثقيل .

تمدد الرئتين

(Exapnsion of the Lungs)

الرئتان تركيبان مطاطيان ينكمشان خارج الصدر كالنفاخة المفرغة من الهواء . وفي الصدر فهما متمددتان كلية ومالئتان للتجويف الصدري باكمله . ولا توجد مسافة بين السطح الخارجي للرئتين والسطح الداخلي للصدر .

واذا حدث ان دخل الهواء بين السطح الخارجي للرئتين والسطح الداخلي للصدر ، فانهما سينكمشان وتعرف هذه الحالـة باسترواح الصـدر (Pnumothorax) واذا ما حدث استرواح صـدري فـان الحركات التنفسية سوف لن تؤدي الى تبادل غازي في الرئة وقـد يحدث الاسترواح الصدري نتيجة اذى صدري يسمح بدخول الهواء الى الصدر ، او قد يحدث من ثغرة في الرئتين او مجلة (Bulla) منفجـرة والتي تسمح للهواء بالدخول بين الرئتين والصدر مسببة انكماش الرئة ان المنصف (Mediastemum) يفصل جانبي الصدر ونتيجة لذلك فان استرواح الصدر لجانب واحد سيعطل رئة واحـدة فقط وسيكون بالامكان استعمال الرئة الاخرى للتنفس لكن انحراف المنصف سيعيقـه (شكل ٧٤) . ولمنع انكماش الرئتين بعد عملية شـق الصـدر (Thoractomy) فانه يجب استعمال ختم مائي مع انبوب تصريف



شكل ـ٧٤ـ استرواح الصدر وانحراف المنصف . اذا دخل الهواء بين الرئتين وجدار الصدر فان الرئة ستنكمش ويتحرك جدار الصدر قليلا الى الخارج بينما يدفع المنصف نحو الجانب الاخر . ان الوضع الاصلي لجدار الصدر والمنصف مبين بالخطوط المقطعة .

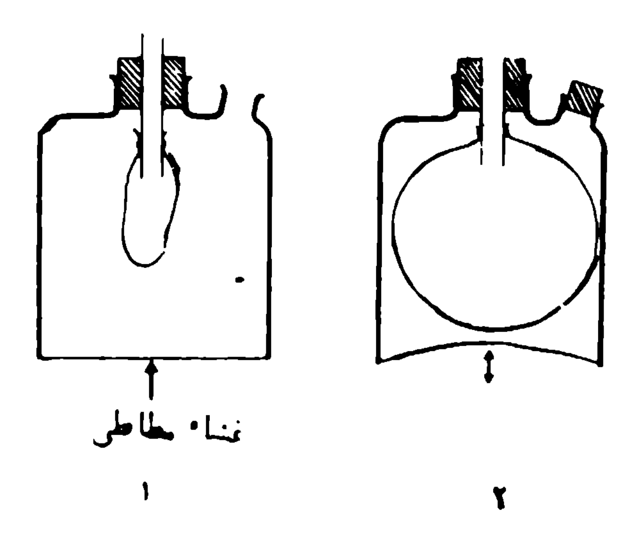
النفاخة في عرض الزجاجة :

ان الطريقة التي تبقى بها الرئتين منفوختين في الصدر من الممكن عرضها باستعمال نفاخة مطاطية عادية في زجاجة فتشد النفاخة (شكل ٧٥) على قطعة من انبوبة زجاجية كي يمكن نفخها بواسطته . وان الطريقة الوحيدة للمحافظة على النفاخة في حالة منتفخة يكون بشد خيط حول عنق النفاخة . وعلى كل فاذا ما ادخلت النفاخة في زجاجة ثم نفخت واغلقت الفتحة الجانبية للزجاجة بقطعة فلين ، فأن النفاخة ستظل منتفخة ، ويكون بالامكان النظر من الانبوبة الزجاجية الى داخل النفاخة . ولكنه اذا ما رفعت الفلينة (شكل ٧٥) (١) ، فان النفاخة ستنكمش مرة اخرى . وعندما تكون النفاخة منفوخة فانه من الممكن تغيير الغاز في النفاخة بسحب الغشاء المطاطي في اسفل الزجاجة (شكل ٧٥) (٢)

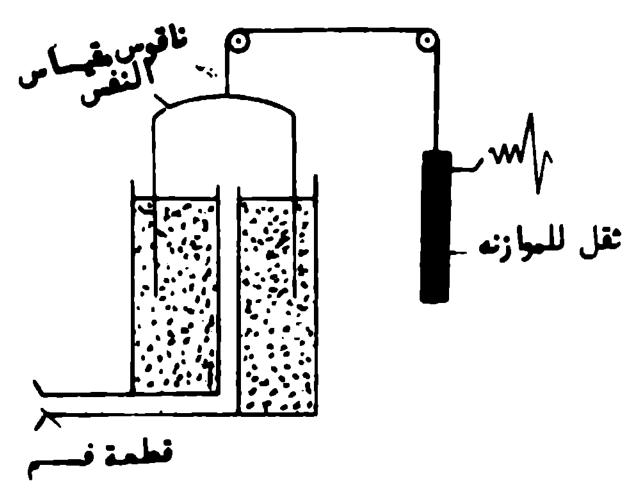
حجوم الرئة

LUNG VOLUMES

من الصعب قياس تغييرات حجوم الرئتين عند التنفس باستعمال شريط القياس اذ ان هذا سيعطينا فقط الزيادة الحاصلة في محيط الصدر عند التنفس ، وحيث ان هذه الزيادة قليلة جدا فسيكون من



شكل ـ٧٥ـ النفاخة في عرض الفنينة . اذا ما ادخلت الفلينة بعد نفخ النفاخة ، فان الفشاء المطاطي يـــزاح الى الاعلى وتبقى النفاخه منفوخة . ويكون بالامكان ان نرى داخل النفاخة من الانبوب (٢) وبتحريك الفشاء المطاطي الى الاعلى والى الاسفل ، فانه سيكون بالامكان تغيير الهواء في النفاخة . وعند رفع الفلينة (١) فان النفاخة تنكمش ولن يكون لحركة الفشاء المطاطي اي اثر .

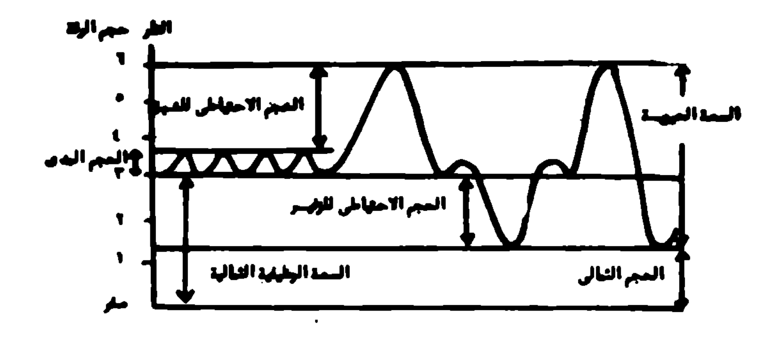


شكل ـ٧٦ـ مقياس النفس . يتنفس الشخص في قطعة الفم مسببا صعود وهبوط ناقوس مقياس النفس . ويرتبط قلم للكتابة بثقل الموازنة كي يمكن الحصول على تسجيل ثابت .

الصعوبة قياسها بدقة ولتعيين تغييرات الحجم عند التنفس بدقة يجب استعمال مقياس النفس (Spirometer) (شـــكل ٧٦) فيتنفس المريض من خلال انبوب في ناقوس مقياس النفس والذي يكون ختما مائيا محكم يمنع هروب الغاز وعندما يتنفس الشخص داخلا فان الناقوس يهبط ثم يرتفع بعد ذلك عندما يتنفس خارجا ويعمل هذا تسجيلا على ورقة مدرجة بالسنتمترات المكعبة من الهواء

ان (شكل ٧٧) يرينا تخطيطا مثاليا اثناء تنفس هاديء حيث يبين ان حجم الصدر يزداد بمقدار ٤٠٠ سم٣ مع كل نفس . وليس هذا هو الحد الاعلى للشهيق الذي يستطيع الشخص اخذه ، اذ انه بشهيق عميق فان حجم الصدر سيزداد الى حـــوالي ٥ـ٦ لتـــرات ويطلـــق على هذه الزيادة في الشهيـــق بالحجـــم الاحتيـــاطي للشهيـــق **(Inspiratory Reserve Volume)** ٠ وكذلك فانه من الممـــكن للشخص ان يتنفس خارجا تحت مستوى التنفس الساكن وذلك عن طريق زفير قوي . ويسمى حجم هذا الهواء الخارج بالحجم الاحتياطي للزفير **(Expiratory Reserve Volume)** ٠ وحتى بعد اخـــراج الحجم الاحتياطي للزفير ، فانه لازال في الرئة حجما ثماليا **(Residual Volume)** من الغاز في الرئتين ويبلغ هذا الحجم حوالي ١ـ٥ر١ لترا ، والذي لا يمكن اخراجه ابدا مهما كانت قوة الزفير ، لسبب واحد بسيط هو انه من المستحيل تقريب ظهر الصدر الى امامه لحصر هذا الهواء خارجا

ان حجم الرئتين في المستوى التنفسي الساكن (اي بعد زفير هاديء وقبل الشهيق التالي) يطلق عليه بالسعـــــة الوظيفيـــة الثماليـــــة **(Functional Residual Capacity)** وتساوي مجموع الحجم الاحتياطي للزفير زائدا الحجم الثمالي



شكل ـ٧٧ـ حجوم الرئة .

السعة الحيوية

(Vital Capacity)

اذا ما اخذ اكبر شهيق ممكن ومن ثم اتبع باكبر زفير فانه يطلق على حجم الهواء الخارج بالسعة الحيوية . وهو اكبر حجم مدى يمكن للشخص فعله . ومقداره يعتمد على حجم الشخص ، ويكون بحدود ٥ر٤ لترا في الرجال و٥ر٣ لترا في النساء .

وهناك فحص سريري مهم يسمى بالسعة الحيوية الموقوتة (Timed Vital Capacity) حيث يتطلب من الشخص ان يتنفس خارجا باسرع ما يمكن من نقطة الشهيق القصوى الى نقطة الزفير القصوى . وان كمية ما يطرح خارجا في الثانية الاولى يجب ان تكون في الاشخاص الطبيعيين بما لا يقل عن ٨٠٪ من مجموع السعة الحيوية ويطلق عليه بحجم الزفير القوى في ثانية واحدة وفي حالة مريض بتضيق في المجاري الهوائية كما في الربو ، فان كمية هواء الزفير في الثانية الاولى تكون اقل من ذلك بكثير وفعالية الادوية الموسعة للاوعية مثل الايزوبرينالين (Ispprenaline) يمكن فحصها بهذه الصنعة

التهوية الرئوية

PULMONARY VENTILATION

لقد مر بنا ان ٤٠٠ سم٣ من الهواء تؤخذ في ظروف الراحة مع كل نفس حيث يطلق عليه اسم الحجم المدى وبما ان هذه العملية تتكرر من ١٥ الى ٢٠ مرة بالدقيقة فان كمية الهواء المأخوذة في الدقيقة تكون بضرب الحجم المدى بعدد مرات التنفس في الدقيقة ويسمى هذا الاخير بسرعة التنفس .

التهوية الرئوية = الحجم المدى x سرعة التنفس

وتتراوح هذه من ٤٠٠ سم ٣ x ١٥ = ٦٠٠٠ سم ٣ في الدقيقة الى ٤٠٠ سم٣ x ٢٠ = ٨٠٠٠ سم٣ في الدقيقة اي من ٦ الى ٨ التار في الدقيقة

وفي التمارين فان سرعة التنفس والحجم المدى يزدادان بصورة واضحة وقد تصل التهوية الرئوية في تلك الحالة الى ٥٠ لترا في الدقيقة الواحدة

وليست تلك هي الحد الاقصى للتهوية الرئوية اذ انه بالامكان أراديا ان يتنفس الشخص بعمق اكبر وسرعة تنفس اعلى كثيرا وبذلك

يستطيع اخذ ما يزيد على ١٠٠ لترا في الدقيقة . وهناك فحص يتضمن التنفس باقصى ما يمكن بالطريقة المذكورة (لمدة ١٥ ثانية مثلا) ويسمى بحجم التهوية القصوى (Maximum Ventilation Volume) او سعة التنفس القصوى (Maximum Breathing Capacity) .

التهوية السنخية

(Alveolar Ventilation)

ان كمية هواء الغرفة التي تصل الرئتين بالدقيقة هي اقل من كمية التهوية الرئوية بسبب ان التهوية الرئوية تشمل ايضا الحيز الميت .

التهوية السنخية = سرعة التنفس x (الحجم المدى ـ الحيز الميت)

= ١٥ x (٤٠٠ ـ ١٥٠)

= ٣٫٧٥٠ سم٣ بالدقيقة

(التهوية الرئوية = ٦٠٠٠ سم٣ بالدقيقة) .

وتبين التهوية السنخية ايضا كمية الهواء السنخي المتنفس خارجا للغرفة بالدقيقة . وحيث ان في الهواء السنخي كمية ثابتة من ثاني اوكسيد الكربون هي ٥ الى ٦٪ ، لذا فان كمية ثاني اكسيد الكربون المطروحة خارجا بالدقيقة ستتناسب طرديا مع التهوية السنخية .

مثـــال :

كمية ثاني اوكسيد الكربون المطروحة خارجا بالدقيقة =

التهوية السنخية x نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الهواء السنخي

= ٣٫٧٥٠ x ٥٫٥٪

= ٣٫٧٥٠ x ٥٫٥ / ١٠٠

= ٢٠٦ سم٣ ثاني اوكسيد الكربون بالدقيقة .

الخلاصـــة :

١ ـ في نهاية زفير هادىء ، فان الرئتين تحتويان على ٣ التار من الهواء السنخي (٦٪ ثاني اوكسيد الكربون و١٤٪ اوكسجين) وان الدم الجاري خلال الرئتين يأخذ الاوكسجين من هذا الهواء السنخي ويعطيه ثاني اوكسيد الكربون السنخي

٢ ـ يستهلك الجسم ٢٥٠ سم٣ من الاوكسجين بالدقيقة اثناء الراحة (والى ٥ التار في الدقيقة اثناء التمارين العنيفة) ويعطي ٢٠٠ سم٣

من ثاني اوكسيد الكربون في الدقيقة

٣ ـ يستبدل الاوكسجين باستنشاق هواء الغرفة (صفر٪ ثاني اوكسيد الكربون و٢١٪ اوكسجين) وذلك بزيادة سعة الصدر من ١٥ الى ٢٠ مرة بالدقيقة (سرعة التنفس)

٤ ـ يزداد حجم الصدر ٤٠٠ سم٣ ويدخل هذا الحجم من الهواء من خلال الانف والفم (الحجم المدى)

٥ ـ التهوية الرئوية = ٦ التار بالدقيقة .
= سرعة التنفس (١٥) × الحجم المدى (٤٠٠سم٣)

٦ ـ وحيث ان ١٥٠ سم٣ هو حيز ميت . فان ٢٥٠ سم٣ من هـواء الغرفة يصل الرئتين .

٧ ـ ان زيادة سعة الصدر تكون بسبب تقلص العضلات التنفسية المسيطر عليها من مركز التنفس في النخاع

٩ ـ نقل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون فى الدم
TRANSPORT OF OXYGEN AND CARBON DIOXIDE IN THE BLOOD

حمل الغازات بواسطة الدم

CARRIAGE OF GASES BY THE DLOOD

عند التأمل في حمل غاز كالاوكسجين في الدم ، فمن الضروري الاخذ بنظر الاعتبار عاملين مختلفين تماما

١ ـ التوتر

٢ ـ الكمية

التوتر (Tension)

التوتر هو القوة الدافعة التي تدفع غازا ما من منطقة الى اخرى . والغازات تنتقل من منطقة ذات توتر عال الى منطقة ذات توتر واطئ . وبهذه الكيفية فانها تشبه الكهربائية التي تعبر من منطقة ذات توتر او فولطية عالية الى منطة ذات توتر واطئ .

فالاوكسجين في الرئتين مثلا يعبر من الهواء السنخي الى الدم في الشعريات الرئوية وذلك لان توتر الاوكسجين في الهواء السنخي اعلى منه في الدم . وعند وصول الدم الى الانسجة فان الاوكسجين يعبر من الدم الى الانسجة حيث ان توتر الاوكسجين فيالدم اصبح اعلىمنه في الانسجة.

الكمية (Quatity)

نستمر بالتشبيه بالكهربائية فانه عند شراء بطارية جافة لمصباح يدوي او راديو ترانزستور ، فبالامكان شراء بطارية كبيرة او اخرى صغيرة كلاهما يعطيان نفس التوتر او الفولطية والفرق بين البطا رتين هو ان البطارية الكبيرة تحوى كمية من الكهربائية اكثر مما تحويها البطارية الصغير وعند تامل الاوكسجين في الدم ، فمن المهم معرفة انه لا التوتر او القوة الدافعة فقط ، بل الكمية ايضا وهذه تعتمد على مقدار الهموكلوبين الموجدد في الدم فالشخص المصاب بفقر الدم قد يكون له نفس توتر الاوكسجين في الدم الشرياني لشخص اخر طبيعي ، ولكنه سيحوي على كمية من الاوكسجين اقل بكثير من الشخص الطبيعي بسبب نقص الهيموكلوبين .

توترات الغاز
GAS TENSIONS

ان توتر الاوكسجين (الضغط الجزئي) في الهواء السنخي للرئتين ،

يعتمد على الضغط الجوي وترتر الغازات الاخرى الموجودة .

وهناك اربعة غازات في الرئتين

الاوكسجين
ثاني اوكسيد الكربون
النتروجين
بخار الماء

وتكون هذه الغازات الاربعة ضغطا جويا مقداره ٧٦٠ ملم زئبق .

ان بخار الماء والذي يكون تام التشبع في الرئتين ، يعطي توترا مقداره ٤٧ ملم زئبق وهذه خاصية فيزياوية للماء تعتمد على درجة الحرارة فقط ولا تعتمد على وجود الغازات الاخرى . ويزداد التوتر المعطى من الماء (ضغط بخار الماء) بازدياد درجة الحرارة فيصل الى ٧٦٠ ملم زئبق في درجة ١٠٠م حيث يتساوى انذاك مع الضغط الجوي . ويغلي السائل عندما يكون توتره مساويا للضغط الجوي . وهذا هو السبب الذي يجعل الماء يغلي في درجة ١٠٠م . وعلى قمة جبل عندما يكون الضغط الجوي ٤٠٠ ملم زئبق فقط ، فان الماء قد يغلي في درجة ٨٠م . ولذلك فانه يكون من المتعذر اعداد شاي مقبول في مثل هذا الارتفاع حيث ان درجة غليان الماء ليست عالية بالدرجة الكافية .

ومن الممكن جعل الماء يغلي في درجة اعلى من ١٠٠م وذلك بزيادة الضغط الجوي . وهذه القاعدة هي التي تستعمل في قدور الضغط والمعقمات في المستشفيات اذ يزاد الضغط الجوي باستعمال اوان مغلقة يسمح للضغط فيها بالارتفاع بما يكفي لرفع درجة غليان الماء الى ١١٥م او اكثر وهذه الدرجة العالية ضرورية في التعقيم لتحطيم بوغات (Spores) الكائنات الحية والتي لا تتحطم في درجة ١٠٠م .

نعود لتأمل توترات غاز في الرئتين فلقد رأينا ان بخار الماء يعطي توترا مقداره ٤٧ ملم زئبق وهو بذلك يشترك بضغط مقداره ٤٧ ملم زئبق الى مجموع الضغط البالغ ٧٦٠ ملم زئبق ويتبع ذلك ان بقية الضغط البالغ مقداره ٧١٣ ملم زئبق هو بسبب وجود الغازات الاخرى الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون والنيتروجين وكل واحد من هذه الغازات يشترك في مجموع الضغط بنسبة وجوده في الخليط .

وعليه فيشترك الاوكسجين بنسبة ١٤٪ من مجموع ٧٣٠ ملم زئبق ، ويشترك ثاني اوكسيد الكربون بنسبة ٦٪ ، بينما يشترك النيتروجين بالكمية الباقية .

أن ١٤٪ من ٧١٣ ملم زئبق تساوي ١٠٠ ملم زئبق وهذا هو توتر الاوكسجين في الرئتين ويكتب (PO_2) .

واشتراك ثاني اوكسيد الكربون تجاه مجموع الضغط (توتر ثاني اوكسيد الكربون) هو ٦٪ من ٧١٣ ملم زئبق والذي يساوي ٤٠ ملم زئبق . وهذا هو توتر ثاني اوكسيد الكربون في الرئتين (جدول ١) .

جدول (١)

الهواء السنخي في الرئتين

التركيب		التوتـــر
١٤٪ اوكسجين	=	١٠٠ ملم زئبق
٦٪ ثاني اوكسيد الكربون	=	٤٠ ملم زئبق
٨٠٪ نيتروجين	=	٥٧٣ ملم زئبق
بخار الماء (مشبع)	=	٤٧ ملم زئبق
	المجموع =	٧٦٠ ملم زئبق

حمل الاوكسجين

CARRIAGE OF OXYGEN

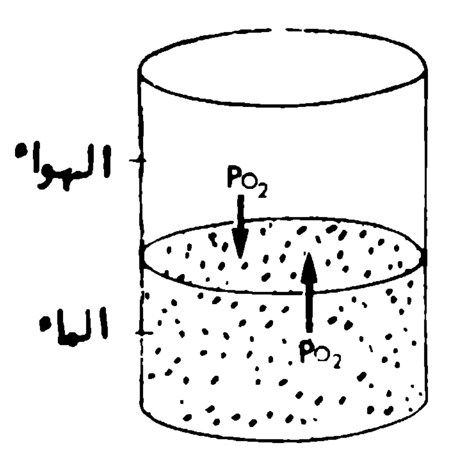
اذا ما عرض سائل ما كالماء (او الدم) للهواء فان توتر الاوكسجين في الهواء ، يدفع بالاوكسجين الى الماء (شكل ٧٨) وكلما ازداد دخول الاوكسجين الى الرئة فأن التوتر سيصل اقصاه ويبدأ الاوكسجين بالخروج وتحصل حالة التوازن ، حيث يتوقف التبادل ، عندما يكون توتر الاوكسجين في الماء Po_2 مساويا لتوتره في الهواء .

توتر الاوكسجين

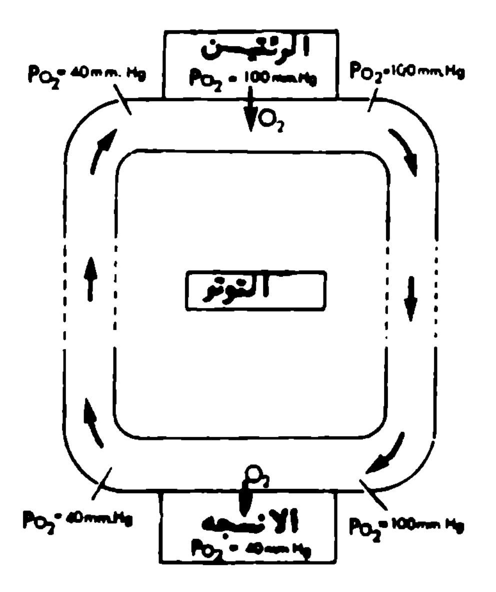
OXYGEN TENSION

يأخذ الدم الاوكسجين خلال مروره بالرئتين لان توتر الاوكسجين يكون اعلى من توتر الاوكسجين الواصل عن طريق الدم ويترك الدم الرئتين بتوتر مقداره ١٠٠ ملم زئبق ويمر عن طريق الاوردة الرئوية الى جانب الايسر من القلب (شكل ٧٩) ومن ثم يمر عن طريق الابهر والشرايين الى شعريات الانسجة ، ولكنه لا يحدث تغيرفي توتر الاوكسجين حتى يصل الانسجة وبذلك يصل الدم شعريات الانسجة بنفس التوتر اي ١٠٠ ملم زئبق وعندما يمر الدم من خلال شعريات الانسجة فانه يتلامس مع السائل النسجي والذي له توتر اوكسجيني واطيء هو ٤٠ ملم زئبق ويكون توتر الاوكسجين في السائل النسيجي واطئا وذلك بسبب

استهلاكه بعملية الايض وبينما يمر الاوكسجين خلال شعرية النسيج فان توتر الاوكسجين يبدأ بالهبوط من ١٠٠ الى ٩٠ الى ٧٠ الى ٦٠ الى ٥٠ الى ٤٠ ملم زئبق وعندئذ يصبح معنفس توتر السائل النسيجي المحيط به ويتوقف عندئذ انتقال الاوكسجين ولا يحصل تبادل اخر اثناء بقية مروره في الشعرية



شكل ـ٧٨ـ اذا ما عرض الماء للهواء فان الغازات الموجودة فيه ستتوازن مع تلك التي في الماء . وهذا الضغط الجزني للاوكسجين في الهواء PO_2 سيكون مساويا لتوتر الاوكسجين في الماء .



شكل ـ٧٩ـ تغييرات التوتر المشتركة في حمل الاوكسجين .

ويعود الدم الى الجانب الايمن من القلب عن طريق الاوردة بتوتر اوكسجيني مقداره ٤٠ ملم زئبق . فيمر من خلال الجانب الايمن من القلب ويصل الرئتين عن طريق الشريان الرئوي ويصل الشعريات الشريانية بتوتر مقداره ٤٠ ملم زئبق حيث يتلامس مع اوكسجين الهواء السنخي الذي توتره ١٠٠ ملم زئبق . ويبدأ توتر الاوكسجين بالازدياد من ٤٠ الى ٥٠ الى ٦٠ الى ٧٠ الى ٨٠ الى ٩٠ الى ١٠٠ ملم زئبق فتحصل عند ذاك حالة توازن مع الهواء السنخي ويترك الاوكسجين الرئتين عن طريق الاوردة الرئوية بهذا التوتر

وعليه فان الاوكسجين ينتقل طوال الوقت من منطقة ذات توتر عالي الى منطقة ذات توتر واطيء (شكل ٧٩)

مسارات الاوكسجين الكهربائية

(Oxygen Electrodes)

يمكن قياس توتر الاوكسجين في الدم باستعمال مسار الاوكسجين الكهربائي وتعتمد طريقة القياس هذه على اساس انـــه اذا ما سلطت فولطية قليلة (٦ر. فولت) بين مسار كهربائي بلاتيني واخر فضي في سائل، فان جريان التيار الكهربائي سيعتمد على توتر الاوكسجين وحيث ان بروتينات البلازما قد تسمم المسار الكهربائي البلاتيني ، فان الدم يفصل عن المسار الكهربائي البلاتيني بغشاء رقيق من البلاستك والذي يسمح فقط للاوكسجين بالمرور ويمنع مرور بروتينات البلازما

يسحب الدم من الوعاء الدموي بمحقنة ويدخل في مسار الاوكسجين الكهربائي ويجب الحذر والتأكد من عدم تعرض الدم لهواء الغرفة ، حيث ان ذلك سيغير من توتر الأوكسجين ويقرأ توتر الاوكسجين على المقياس المرتبط به .

محتوى الاوكسين

OXYGEN CONTENT

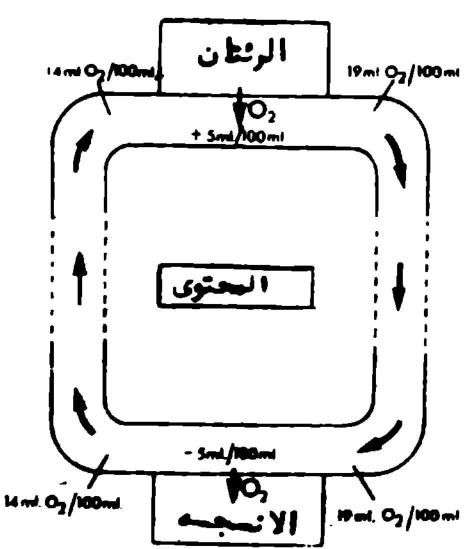
ان كمية الاوكسجين المحمولة تعتمد على خاصية الهيموكلوبين للاتحاد بالاوكسجين فان غراما واحدا من الهيموكلوبين له قابلية الاتحاد مع ٣٤ر١ سم٣ من الاوكسجين

ولذا فان شخصا لديه ١٥ غراما من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم سيتمكن نظريا ان يحمل ٣٤ر١ ٪ x ١٥ = ٢٠سم٣ من الاوكسجين

في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . ويطلق على هـذا بسعـة الاوكسجين الدم (Oxygen Capacity) وهي كمية الاوكسجين المحمولـة بواسطة الدم عندما يكون التوتر عاليا جدا والهيموكلوبين مشبع كليـا بالاوكسجين .

ان كمية الاوكسجين المحمولة بواسطة الدم في توتر ١٠٠ ملم زئبق تكون قريبة من هذا الحد الاعلى . وهي في حدود ٩٥ـ٩٧ بالمائة من سعة الاوكسجين . وعليه فبدلا من ان يحمل الدم ٢٠ سم٣ من الاوكسجين ، فان الدم يحتوي على ١٩سم٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . ويسمى هذا بمحتوى الاوكسجين الشرياني (Arterial Oxygen Content) .

اما في الدم الوريدي ، اي الدم العائد من الانسجة خلال الاوردة الى الجانب الايمن من القلب ، فتوجد ١٤ سم٣ فقط من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم (شكل ٨٠) ، وهذا هو محتوى اوكسجين الـدم الواصل الى الرئتين في حالات الراحة . ان هذا الدم لا زال يحتوي على كمية مقبولة من الاوكسجين فقد هبط التوتر فيه الى ٤٠ ملم زئبق



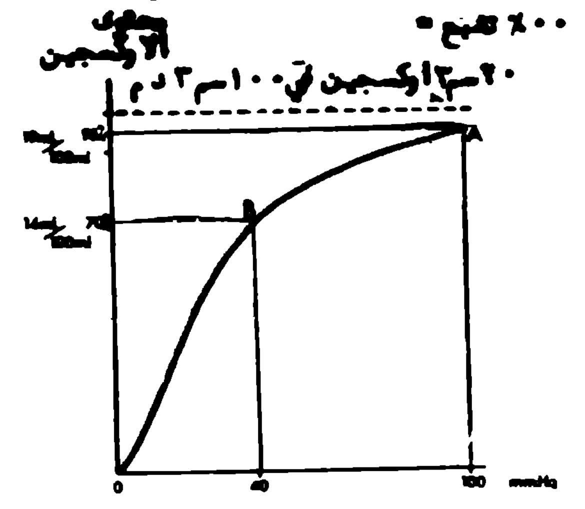
شكل ــ٨٠ــ تغييرات المحتوى المصاحبة لحمل الاوكسجين

ولكن المحتوى هبط فقط الى ٧٠٪ من سعة الاوكسجين ، اي الى ١٤ سم٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . والسبب في ذلك هو ان المنحنى الذي يصل بين كمية الاوكسجين المحمولة وتوتر الاوكسجين ليس بخط مستقيم ، ولكنه منحنيا على شكل حرف (S) يعرف بمنحني افتراق الاوكسجين (شكل ٨١) .

ويبين المنحني بان الدم الخارج من الرئتين له توتر مقداره ١٠٠ ملم زئبق ، ومحتوى قدره ١٩ سم٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم في النقطة (أ) . ويصل الدم الى الانسجة بدون تغيير في المحتوى او التوتر، ولكنه عندما يمر الدم في شعريات الانسجة فانه يتحرك من نقطة (أ) الى نقطة (ب) ويترك الانسجة بتوتر مقداره ٤٠ ملم زئبق ومحتوى قدره ١٤ سم٣ في كل ١٠٠ سم٣ من الدم وعليه فان كل ١٠٠ سم٣ من الدم الجاري خلال الانسجة تعطي ٥ سم٣ من الاوكسجين وتزداد هذه الكمية عند التمارين

ومثل منحني الافتراق هذا والذي يعبر عن محتوى الاوكسجين فيه بسنتمترات الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم ينطبق فقط على الشخص الذي يحتوي على ١٥ غم من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . ومن الممكن ان يكون المنحنى اعم اذا ما رسمت على المحور العمودي نسبة التشبع اي من صفر الى ١٠٠٪ ومثل هذا المنحنى سيمكن استعماله لشخص مصاب بفقر الدم باحلال ١٠٠٪ بدلا من سعة الاوكسجين لذلك المريض .

فاذا كان الشخص على سبيل المثال يحتوي على نصف المقدار



شكل -٨١- منحني افتراق الاوكسجين . عندما يكون توتر الاوكسجين اعلى من ١٠٠ ملم زئبق (٩٥٪ تشبع) فستحصل زيادة طفيفة فقط في محتوى الاوكسجين . ويكون الهيموكلوبين في حالة تشبع تام بالاوكسجين (١٠٠٪ تشبع) عندما يكون توتر الاوكسجين فوق ١٥٠ ملم زئبق .

الطبيعي من الهيموكلوبين ، فان ١٠٠٪ سوف لن تمثل ٢٠ سم٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم بل الى ١٠ سم٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم .

توترات الاوكسجين العالية

يعتمد توتر الاوكسجين في الرئتين على الضغط الجوي، وفي مستوى سطح البحر يمكن الحصول عليه تقريبا بضرب نسبة الاوكسجين في الهواء السنخي بالعدد (٧) . ان توتر الاوكسجين الطبيعي في الرئتين هو ١٠٠ ملم زئبق ولكنه يمكن زيادة ذلك اذا ما تنفس الشخص خليطا غنيا بالاوكسجين . وبهذه الطريقة يمكن زيادة توتر الاوكسجين في الرئتين الى عدة مئات من المليمترات . ويصل التوتر الى ٧٦٠ ملم زئبق اذا ما تنفس الشخص اوكسجينا نقيا

توترات الاوكسجين الواطئة

(Low Oxygen Tension)

يكون الضغط الجوي في المرتفعات العالية واطئا ولذلك فانه على الرغم من ان نسبة الاوكسجين في الهواء السنخي تكون طبيعية اي ١٤٪ ، لكن توتر الاوكسجين يكون واطئا وسيعاني الشخص من نقص الاوكسجين.

حمل ثاني اوكسيد الكربون

(Carriage of Carbon Dioxide)

ثاني اوكسيد الكربون غاز يذوب في الماء مكونا حامض الكربونيك

ثاني اوكسيد الكربون   ماء   حامض الكربونيك

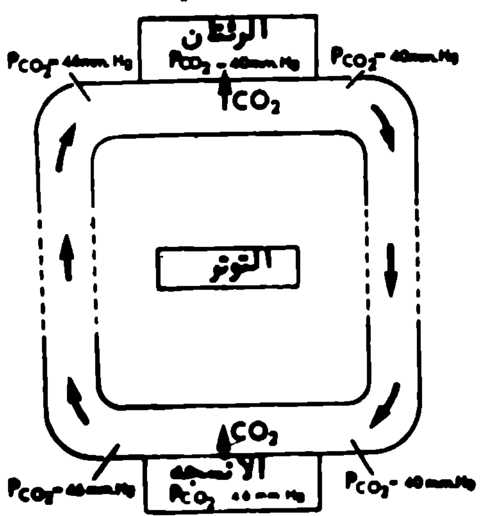
$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

توتر ثاني اوكسيد الكربون

: (Carbon Dioxide Tension)

مر بنا ان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الرئتين هو ٤٠ ملم زئبق . وبينما يجري الدم خلال شعريات الانسجة فان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الدم يزداد الى ٤٦ ملم زئبق . ويترك الدم الشعريات عائدا الى الجانب

الايمن من القلب عن طريق الاوردة ومن ثم الى الشريان الرئوي فالرئتين بنفس توتر ثاني اوكسيد الكربون البالغ ٤٦ ملم زئبق (شكل ٨٢) وعندما يمر من خلال شعريات الرئة فان ثاني اوكسيد الكربون يعبر من الدم الى اسناخ الرئتين وذلك لان توتره في الدم اكثر منه في الرئتين فيهبط التوتر من ٤٦ الى ٤٥ الى ٤٤ الى ٤٣ الى ٤٢ الى ٤١ الى ٤٠ ملم . زئبق حيث يكون في حالة توازن ويقف هبوط توتر ثاني اوكسيد الكربون بعدها .



شكل -٨٢- تغييرات التوتر المشتركة في تغييرات ثاني اوكسيد الكربون .

ويترك الدم بعد ذلك عائدا عن طريق الاوردة الرئوية الى الجانب الايسر من القلب ومن ثم الى شرايين الجسم بتوتر ٤٠ ملم زئبق . ويصل الى الشعريات بهذا التوتر حيث يبدأ بالزيادة من ٤٠ الى ٤١ الى ٤٢ الى ٤٣ الى ٤٤ الى ٤٥ الى ٤٦ ملم زئبق في اثناء انتقال ثاني اوكسيد الكربون من السائل النسيجي الى الدم . وبهذا تكون قد تمت الدورة فيترك ثاني اوكسيد الكربون الانسجة بتوتر ٤٦ ملم زئبق

ويجب ان نلاحظ بان ثاني اوكسيد الكربون يتحرك في الاتجاه المعاكس للاوكسجين وذلك لان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الانسجة اعلى منه في الرئتين .

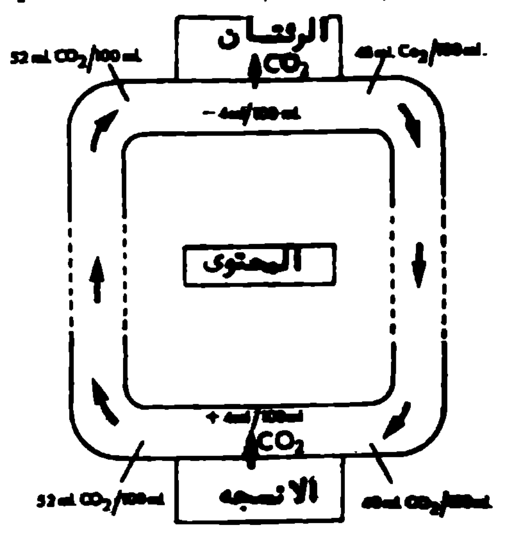
محتوى ثاني اوكسيد الكربون

CARBON DIOXIDE CONTENT

ان محتوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم بعد تركه للرئتين هو ٤٨

سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم٣ من الدم (شكل ٨٣) وان الدم الواصل للانسجة سيحتوي على نفس هذا المحتوى اي ٤٨ سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . وعند مروره خلال شعريات الانسجة فان المحتوى يزداد من ٤٨ سم٣ الى ٥٢ سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . اي انه تم اخذ ٤ سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون لكل ١٠٠ سم٣ من الدم الجاري خلال الانسجة ويبقى المحتوى دون تغيير حتى يصل شعريات الرئة عندما يهبط المحتوى من ٥٢ الى ٤٨ سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم٣ من الدم اثناء مروره بالرئتين .

وهناك نقطتين مدهشتين حول حمل ثاني اوكسيد الكربون الاولى هي ان الدم يحتوي على كمية من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم٣ اكثر بكثير مما يحتويه من الاوكسجين فالدم الشرياني يحتوي على ٤٨ سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون ولكنه يحتوي فقط على ١٩ سم٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . والنقطة الثانية هي ان الدم عند



شكل -٨٣- تغييرات المحتوى المصاحبة مع حمل ثاني اوكسيد الكربون .

مروره بالرئتين يعطي كمية قليلة نسبيا من ثاني اوكسيد الكربون . اذ ان الدم يصل الى الرئتين بمحتوى ٥٢ سم٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم٣ من الدم ، وعندما يتركهما فانه يكون لا زال حاويا على ٤٨ سم٣ منه والسبب في ذلك هو ان ثاني اوكسيد الكربون اكثر من ناتج فضلة ومن الضروري ادامة مستوى كاف في الدم لقيام الجسم بوظائفه اللائقة .

ب . هـ . الدم

BLOOD PH

ان التنفس وحمل ثاني اوكسيد الكربون لهما ارتباط مشترك قريب في ادامة ب . هـ . الدم في مستواه الصحيح .

ان مقياس ب هـ هو نظام رقمي يمتد من الصفر الى ١٤ حيث يكون الرقم ٧ نقطة الوسط فيه (شكل ٨٤) . وهو مقياس يقيس تركيزا ايون الهيدروجين .

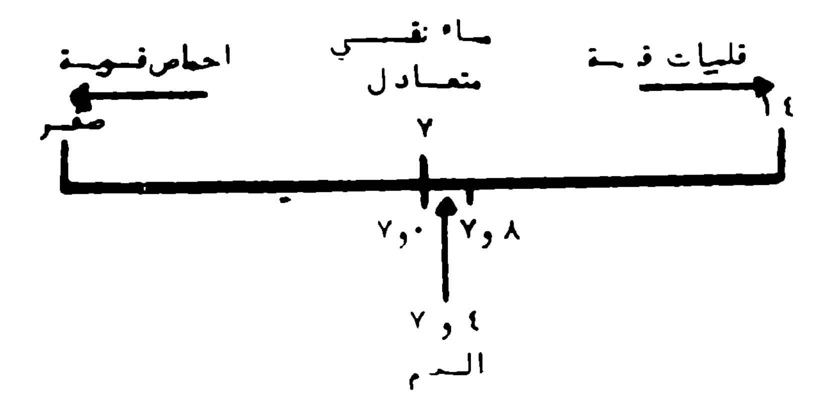
يتأين الماء الطبيعي ببطىء الى ايونات الهيدروجين وايونات الهيدروكسيل . وفي الماء النقي فان ايونات الهيدروجين الموجودة تكون قليلة جدا بحيث ان غراما واحدا من ايون الهيدروجين يتطلب ١٠,٠٠٠,٠٠٠ لترا (10^7 لترا) من الماء لتجهيزه . وان ب . هـ مثل هذا المحلول والذي يكون متعادلا هو ٧

وتحتوي المحاليل القلوية على كميات اقل من ايونات الهيدروجين عما يحويه الماء النقي . اذ يحتوي المحلول الجزيئي الغرامي من هيدروكسيد الصوديوم على ايونات قليلة من الهيدروجين بحيث ان 10^{14} لترا اي ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ تلزم لتجهيز غراما واحدا من ايون الهيدروجين وان ب . هـ مثل هذا المحلول هو ١٤

اما المحاليل الحامضية فانها تحتوي على كميات اكبر من ايونات الهيدروجين عما يحويه الماء النقي وان ١٠ التار فقط من حامض الهيدروكلوريك بنفس القوة التي تحرره الخلايا الهضمية (اي $\frac{M}{10}$) ، كافية لتجهيز غراما واحدا من ايونات الهيدروجين وان ب . هـ . مثل هذا المحلول هو ١

ولذا فان مقياس ب.هـ لتركيز ايون الهيدروجين هو مقياس تكون فيه قيمة ب.هـ. مساوية لعدد الاصفار التي تلي الرقم ١ للالتار اللازمة لتحضير غراما واحدا من ايون الهيدروجين . فاذا لزمت ١٠ التار فان الـ ب.هـ يكون ١ ، وان لزمت ١٠٠ لتر كان الـ ب.هـ (٢) و١٠٠٠ لتر يكون الـ ب.هـ (٣) و١٠,٠٠٠,٠٠٠ لتر يكون الـ ب.هـ. (٧) و١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ لتر يكون الـ ب.هـ. (٨) وهكذا

وحسابيا فان الـ ب.هـ. هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين ، او القوة التي يرفع اليها الرقم ١٠ لاعطاء هذا التركيز مع تغيير العلامة .



شكل ـ٨٤ـ بيان الـ ب.هـ. ان الماء متعادل (ب.هـ٧٠) . وللاحماض ب.هـ اقل من ٧ . اما ب.هـ القليات فيكون اكثر من ٧ .
ان الدم قلوي في ب.هـ ٤و٧ (حدود الحياة ٠و٧ ـ ٨و٧) .

وبالرجوع الى (شكل ٨٤) فان اي محلول له ب.هـ اقل من ٧ يكون حامضيا واي محلول له ب.هـ اكثر من ٧ يكون قلويا

فالدم قلوي وذلك لان له ب.هـ ٧ر٤ وان ب.هـ الدم يجب حفظه بين ٧و٨ر٧ لاجل ادامة الحياة والسبب في اهمية حفظ ب.هـ الدم في مستواه الصحيح هو ان خصائص البروتينات تختلف اختلافا كليا بتغير الـ ب.هـ. وان كل خمائر الجسم هي بروتينات .

ثاني اوكسيد الكربون و ب.هـ الدم :

يحمل ثاني اركسيد الكربون في الدم بثلاثة طرق :ـ

اولا كمحلول بسيط اي على شكل حامض الكربونيك

ثانيا على شكل بيكاربونات الصوديوم في البلازما ، وبيكاربونات البوتاسيوم في الكريات الحمراء

ثالثا على شكل كاربامينو البروتين المتعادل وخاصة مع الهيموكلوبين في الكريات الحمراء

ان انتقال غاز ثاني اوكسيد الكربون الحامضي في الدم له علاقة وثيقة في ادامة ب.هـ. الدم اذ يكون ثاني اوكسيد الكربون حامض الكربونيك القوي نسبيا والذي يكون بنفسه ب.هـ في حدود ٤ ويتعادل ثاني اوكسيد الكربون الذي بهذا الشكل في البلازما مع ثاني اوكسيد الكربون

الذي بشكل بيكاربونات الصوديوم ولحفظ الـ ب.هـ في ٧ر٤ فانه يجب ادامة نسبة ٢٠/١ بين ثاني اوكسيد الكربون على شكل البيكاربونات وثاني اوكسيد الكربون على شكل حامض الكربونيك

تتكون البيكاربونات في الكريات الحمراء ولذا فعند التقاط ثاني اوكسيد الكربون اثناء مرور الدم خلال شعريات الانسجة ، فان معظم ثاني اوكسيد الكربون يعبر من خلال البلازما الى الكريات الحمراء حيث يتحول بسرعة الى حامض الكربونيك بواسطة خميرة هي الكربونيك انهايدريز (Carbonic Anhydrase) ويتفاعل حامض الكربونيك المتكون مع الهيموكلوبين الذي يعطي ما عنده من اوكسجين مكونا البيكاربونات .

حمض الكربونيك ← البيكاربونات + ايون الهيدروجين

$$H^{+} + HCO_3^{-} \qquad H_2CO_3$$

فتتحد ايونات الهيدروجين مع الهيموكلوبين تاركة ايونات البيكاربونات السالبة وحيث ان الايونات الموجبة الرئيسة الموجودة في الكرية الحمراء هي البوتاسيوم ، فان ذلك سيؤدي لتكوين بيكاربونات البوتاسيوم .

ان معظم البيكاربونات المتكونة بهذه الطريقة في الكرية الحمراء تعبر الى البلازما متبادلة مع الكلورايد الذي يدخل الى الكرية الحمراء . وعندما تدخل البيكاربونات الى البلازما حيث يكون الصوديوم هو الايون الرئيسي هناك ، فانها تكون بيكاربونات الصوديوم ويكون الكلورايد الداخل الى الكرية الحمراء كلورايد البوتاسيوم

وتنعكس العملية بكاملها حينما يذهب الدم الى الرئتين فيخرج الكلورايد من الكرية الحمراء الى البلازما ، وتذهب البيكاربونات من البلازما الى الكرية الحمراء حيث تتحطم بواسطة خميرة الكاربونيك انهايدريز الى ثاني اوكسيد الكربون والماء فيخرج من ثم الى البلازما ومن خلال الغشاء السنخي الى اسناخ الرئتين ان حركة الكلورايد الى داخل الكرية الحمراء عندما يمر الدم في الانسجة والى خارجها في الرئتين تسمى بانحراف الكلورايد (Chloride Shift)

السيطرة على التنفس

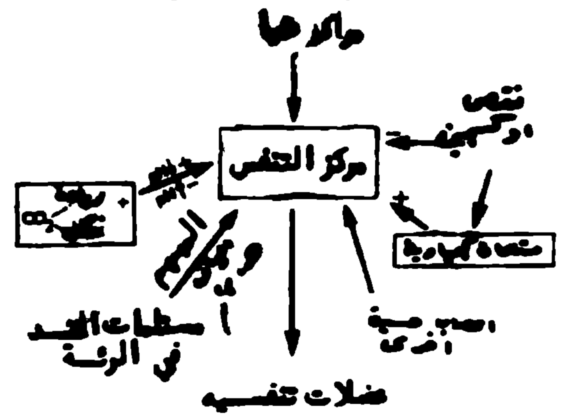
ان مركز التنفس يكون تحت سيطرة عدد من العوامل (شكل ٨٥)

واهمها هو ب.هـ الدم ومستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم . واذا ما كان مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم عاليا جدا ، فان مركز التنفس سيتنبه ويزداد التنفس ان تأثيرات زيادة التنفس ستمكن من تكوين هواء سنخي اكثر شبها بهواء الغرفة اي ان ثاني اوكسيد الكربون السنخي سينخفض من ٦٪ متجها الى صفر بالمائة .

وعندما يطرح ثاني اوكسيد الكربون خارج الرئتين فان توتره سيهبط في الدم الشرياني وتحصل حالة توازن جديدة معه في الدم الشرياني على المستوى الصحيح

وعلى العكس فاذا كان مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم واطئا جدا ، فسيكون هنالك دفعا اقل على مركز التنفس ، وسينخفض التنفس مؤقتا حتى يعود ثاني اوكسيد الكربون في الدم الى مستواه الاصلي

ان نقص الاوكسجين ينبه التنفس عن طريق المستلمات الكيمياوية. فهناك خلايا موجودة في الجسم السباتي وجسم الابهر والتي تعين محتوى الاوكسجين في الدم فاذا ما هبط محتوى الاوكسجين فانها ترسل نبضات عصبية الى مركز التنفس لتنبيه التنفس



شكل ٨٥ــ العوامل المسيطرة على التنفس .

واذا ما كان نقص الاوكسجين حادا جدا ، فانه سيؤدي الى خفض مركز التنفس بفعل مباشر ولن يكون بعد ذلك لتنبيه المستلمات الكيمياوية اي اثر .

وتحور المراكز العليا من فعالية مركز التنفس فبالامكان اخذ السيطرة من مركز التنفس لفترة قصيرة والقيام بافعال ارادية في زيادة او خفض التنفس وتنبه الاثارات العاطفية التنفس عن طريق مركز

التنفس ، وان كانت حادة فقد تؤدي الى طرح كل ثاني اوكسيد الكربون خارجا مسببة بذلك اثارا خطيرة

وان المراكز العليا تحور من نمط التنفس بصورة كاملة عند الكلام او الغناء الخ . اذ انه في مثل هذه الحالات فان نمط التنفس يعين بالجملة المتكلمة او بالمخرج الموسيقي المغني اذ من الصعب التكلم اثناء الشهيق، ولذا فان الكلام والغناء يحدث فقط اثناء الزفير والنمط التنفسي عند القيام بهذه المناورات يتكون من زفير طويل بطيء يتبعه شهيق حاد قصير جدا

يتوقف التنفس عند البلع ، واذا لم يحدث ذلك فان الطعام سيذهب في الطريق الخاطيء اي انه سيستنشق الى الحنجرة والرغامي بدلا من مروره الى المريء . ويوقف التنفس في اي طور من اطوار الدورة التنفسية يتوقف تقلص عضلات القفص الصدري والحجاب الحاجز انيا ويحفظ الصدر في حجم معين حتى تتم عملية البلع

واذا ما كان الشخص فاقد الوعي فيصبح البلع عندئذ غير ممكن ولذا فيجب عدم اعطاء اية سوائل الى شخص فاقد الوعي حيث انها ستستنشق الى الرئتين في الشهيق التالي وفي حالة فقدان الوعي فان اللسان قد يهبط للخلف ويسد المسلك الهوائي واذا ما حدث هذا فان التنفس سيقف وسيكون من الضروري مد الرأس او تحريك الفك الاسفل للامام لازالة الانسداد يثبت عادة في فم المريض بعد خروجه من صالة العمليات مسلكا هوائيا يمسك اللسان ويسمح بمرور الهواء بحرية . ولذا فيجب عدم ازالة هذا المسلك الهوائي حتى يعود المريض الى وعيه

ان الشهيق الطبيعي يحدد بمنعكس هيرنك – بروير (Hering-Breuer) فعند الشهيق تتمدد الرئتان وترسل مستلمات الشد (Stretch Receptors) في الرئتين معلومات حسية بواسطة العصب المبهم الى مركز التنفس ليوقف الشهيق ولو لا وجود نبضات هيرنك بروير هذه لاصبح التنفس اشد عمقا مما هو عليه دون اي تأثير على التهوية الرئوية .

ادامة ب.هـ. الدم بواسطة التنفس

MAINTENANCE OF BLOOD PH BY RESPIBATION

يلعب مركز التنفس دورا مهما جدا في ادامة ب.هـ الدم عند ٧ر٤ وهو يقوم بذلك بالتعاون مع الكليتين ولكنه يستطيع العمل بسرعة اكثر من الكليتين فلقد تبين بان ادامة ب.هـ الدم يعتمد على بيكاربونات

الصوديوم الموجودة في البلازما والتي يكون تركيزها ٢٠ مرة اكثر من تركيز حامض الكربونيك فيها

فاذا حدث ودخل حمض غريب الى الدم ، كحمض الكبريتيك او حمض الفوسفوريك الموجود في شراب الليمونادة الرخيص او حمض الاسيتواسيتيك في حالة داء السكر ، فان بيكاربونات الصوديوم تكون جاهزة لمعادلة الحامض

بيكاربونات الصوديوم + حمض الكبريتيك ⟵ كبريتات الصوديوم + ثاني اوكسيد الكربون + الماء .

(متعادل)

ويطرح ثاني اوكسيد الكربون المتحرر عند مرور الدم ثانية في الرئتين . وتكون النتيجة النهائية انخفاض كمية بيكاربونات الصوديوم في البلازما ولذلك فان نسبة بيكاربونات الصوديوم الى حامض الكاربونيك تكون واطئة جدا ويصبح الدم اكثر حامضية ويهبط الـ ب.هـ من ٤ر٧ الى ٣ر٧ او اقل ان هبوط الـ ب.هـ هذا سينبه التنفس بتأثيره على مركز التنفس فيزيد من سرعة التنفس . وتأثيره يكون بطرح ثاني اوكسيد الكربون كليا من الرئتين وتخفيضه في الدم . ويكون التأثير بصورة اساسية على حمض الكربونيك وبذا تستعاد النسبة الاصلية $\frac{٢٠}{١}$. وتأثيره العام على الشخص يكون بانخفاض مستوى البيكاربونات في البلازما وان تنفسه يكون اعمق واسرع ولكن ب.هـ الدم قد حفظ في حالته القلوية عند ٤ر٧ ولهذا السبب تعزى الحالة السريرية لجوع الهواء التي نشاهدها عند مرضى داء السكر غير المعالجين والتي تكون عندهم اجسام كيتونية (حمض الاسيتواسيتيك الخ)

وفي حالة قلوية الدم (**Alkalaemia**) كالتي تحدث بعد التهام كمية من بيكاربونات الصوديوم فان مستوى البيكاربونات في البلازما يكون عاليا جدا وكذلك نسبة بيكاربونات الصوديوم الى حمض الكربونيك. وتأثير ذلك هو خفض التنفس حتى يتجمع ثاني اوكسيد الكربون وبالتالي حمض الكربونيك في الدم ليعود بعدها الـ ب.هـ الى حالته ولكن مع تنفس منخفض

الاختناق وفرط حمض الكربون واللااوكسية
ASPHYXIA, HYPERCAPNIA AND ANOXIA

الاختناق (**Asphyxia**) اسم للحالة التي يكون فيها نقص في

الاوكسجين وزيادة في ثاني اوكسيد الكربون في الجسم وتحدث مثل هذه الحالة عندما يكون التنفس غير كاف لسد حاجة الجسم ، او عند وجود انسداد تنفسي او عندما يكون التنفس في مجال ضيــق بحيث يستنشق هواء الزفير

تسبب حالة الاختناق تنبيه ظاهر في التنفس وهذا يكون بسبب التاثير المشترك لزيادة ثاني اوكسيد الكربون مباشرة على مركز التنفس ، ولنقص الاوكسجين الذي يؤثر عن طريق المستلمات الكيمياوية . وحيث ان ثاني اوكسيد الكربون سيظل محصورا لذا فان كمية كبيرة من حمض الكربونيك ستكون في الجسم وسيكون الدم حامضي قليلا .

وتسمى الحالة التي تكون فيها كمية ثاني اوكسيد الكربون فقط كبيرة في الجسم بفرط توتر حمض الكربون . ان حالة زيادة ثاني اوكسيد الكربون دونما نقص في الاوكسجين هي حالة غير عادية وتحدث فقط عند استنشاق خليط غازي يحتوي على نسبة عالية من ثاني اوكسيد الكربون مثل ٥٪ او ٧٪ وكمية كافية من الاوكسجين وتنبه حالة فرط توتر حمض الكربون ، التنفس .

اما حالة نقص الاوكسجين وحده دون ان يصاحبها نقص في ثاني اوكسيد الكربون فتسمى باللااوكسية

وعلى الرغم من ان اللااوكسية قد تسبب تنبيه التنفس في مراحلها الاولى عن طريق المستلمات الكيمياوية ، الا ان التنفس يقف عندما تكون الحالة شديدة .

تخفض اللااوكسية جميع اجزاء الدماغ وعلى الخصوص المراكز العليا المتعلقة بادراك الخطر . ويصبح الشخص الذي يعاني من اللااوكسية تائها ، فاقدا لكل حواس الخطر ، ثم يذهب بعدها في غيبوبة وبدون اي تنبيه تنفسي ظاهر واللااوكسية حالة خطرة للغاية حيث ان الشخص الذي يعاني من هذه الحالة يفقد الرغبة لانقاذ نفسه . وتقسم اللااوكسية الى اربعة انواع .

لااوكسية بنقص الاوكسجين (Anoxic Anoxia) والتي هي لااوكسية سببها نقص في اوكسجين الهواء المستنشق او بسبب مرض الرئة حيث لا يستطيع الاوكسجين الدخول للدم . ويصاحب الحالة توتر اوكسجيني واطيء في الدم الشرياني وقد تحدث مثل هذه الحالة عند تنفس خليط غازي لا يحوي على كمية كافية من الاوكسجين وقد تحدث الحالة ايضا عندما لا يكون هنالك ضغط جزئي كاف للاوكسجين كالذي يحصل في المرتفعات العالية وتحدث حالة لااوكسية بنقص الاوكسجين

شديدة عند دخول الشخص في جو لا يحتوي على الاوكسجين . فيتوقف التنفس بعد فترة قصيرة ويتوقف القلب ايضا

ويجب ان نتذكر بانه اذا ما تجمع ثاني اكسيد الكربون ايضا فانه تحدث حالة الاختناق وفي هذه الحالة فان الشخص يجاهد من اجل التنفس مستعملا بذلك عمليا كل عضلات الجسم لذلك الفرض ولا يحصل في حالة اللااوكسية مثل هذا التنبيه التنفسي .

والنوع الثاني من اللااوكسية هي لااوكسية فقدمية (Anaemic Anoxia) وتكون بسبب نقص الهيموكلوبين في الدم وتوتر الاوكسجين يكون طبيعيا ولكنه يوجد نقص في كمية الاوكسجين المحمول بواسطة الدم لنقص الهيموكلوبين واضافة الى سبب فقر الدم ، فان هذه الحالة من اللااوكسية قد تتسبب من التسمم باول أوكسيدالكربون . اذ ان اول اكسيد الكربون غاز شديد الالفة للهيموكلوبين وبتكوينه للكاربوكسي هيموكلوبين فانه يجعل الهيموكلوبين على غير استعداد لحمل الاوكسجين . ويوجد اول اوكسيد الكربون في غاز الفحم وفي ابخرة العادم في السيارات

والكاربوكسي هيموكلوبين يكون احمر اللون كالكرز والشخص الذي يعاني من هذه الحالة اللااوكسية يكون ذو لون احمر وردي غير طبيعي .

ان الفة اول أوكسيد الكربون مع الهييموكلوبين شديدة لدرجة قد تتطلب تعريض المصاب لضغط اوكسجيني عال جدا (اعلى من الضغط الجوي عدة مرات) وذلك لازالة اول اكسيد الكربون بسرعة . وفيالحالات الشديدة يجب اجراء عملية ابدال الدم بدم يحتوي على اوكسيد الكربون.

والنوع الثالث من اللااوكسية هي اللااوكسية الركودية (Stagnant Anoxia) وتكون بسبب بطيء جريان الدم خلال الدورة الدموية ولذا فعلى الرغم من ان توتر الاوكسجين ومحتواه يكونان طبيعيان عند تركهما للرئة ، الا ان بطيء الدم يؤدي الى عدم تجهيز الانسجة من الاوكسجين في الوقت المناسب

والنوع الرابع من اللااوكسية هي اللااوكسية بسم الخلية (Histotoxic Anoxia) وتكون بسبب قصور الخلايا في استخلاص الاوكسجين من الدم وتحدث هذه الحالة عند التسمم بالسيانيد .

لقد شبهت الانواع الاربعة من اللااوكسية من قبل باركروفت (J. Barcroft, Lancet 1920) بحالة تجهيز الحليب من معمل البان . اذ قد يكون هناك نقص في تجهيز الحليب لدار ما لعدة اسباب . فقد يكون السبب نقص الحليب في معمل الالبان (وهذا يمثل نقص

الاوكسجين في حالة اللااوكسية بنقص الاوكسجين) او قد يكون هناك نقص في الموزعين لتوزيع الحليب (وهذا يمثل نقص الهيموكلوبين في حالة اللااوكسية فقدمية)

وقد يكون هنالك حليب كاف في المعمل وموزعون كافين ولكن الموزعين يقومون بعملهم ببطيء شديد مما تجعل هنالك فترات طويلة في تسليم الحليب (وهذا يمثل حالة اللااوكسية الركودية)

واخيرا فقد يكون هناك نوع من النقص في الحليب وذلك لعدم امكانية فتح الباب الرئيسي ولذا فقد يوجد حليب كاف في المعمل وموزعون كثيرون يدورون بانتظام لتوزيعه ولكنه لا زال هنالك نقص في الحليب وذلك لعدم امكان ادخال الحليب الى الدار وهذه الحالة تمثل اللااوكسية بسم الخلية ففي هذه الحالة الاخيرة من اللااوكسية فان الانسجة تكون غير قادرة على سحب الاوكسجين من الدم وان الدم يعود الى الرئتين بتوتر ومحتوى عاليين مما يؤدي الى ان يكون لون الدم الوريدي احمر قانيا ايضا

زيادة الاوكسجين

OXYGEN EXCESS

من الممكن زيادة توتر الاوكسجين في الدم وذلك بتنفس الاوكسجين النقي وقد يمكن زيادة التوتر اكثر من ذلك بتنفس الاوكسجين تحت ضغط اعلى من الضغط الجوي ولكن محتوى الاوكسجين في الدم سوف لن يزداد الى اي حد اعلى لان الهيموكلوبين سيكون مشبعا تقريبا عند تنفس هواء الغرفة في مستوى سطح البحر وستحصل زيادة قليلة في الاوكسجين المذاب في البلازما ان الاوكسجين تحت الضغط العالي يكون غازا ساما ويسبب تخرشات في الرئتين واثارا سامة على خمائر الجسم . ولذا فيجب الحذر من عدم تعريض شخص الى توتر اوكسجيني عال جدا ولمدة طويلة . وفي حالات الاطفال الخدج فان توتر الاوكسجين العالي اظهر انه سبب تليفا خلف عدسة العين والتي قد تؤدي الى العمى

والتأثيرات العقلية والبدنية على الشخص الطبيعي الذي يتنفس الاوكسجين النقي في ضغط جوي واحد لمدة قصيرة تكون غير ذي بال ولا تلاحظ اية تغييرات في الفعالية العقلية اذ ان للغاز نفس رائحة وطعم هواء الغرفة ولكنه يحصل انخفاض في سرعة القلب عند معظم الاشخاص

الاوكسجين عالي الضغط :

ان الاوكسجين النقي الذي يكون تحت عدة ضغوط جوية يسمى بالاوكسجين عالي الضغط **(Hyperbaric Oxygen)** وللحصول على مثل هذا التوتر العالي تستعمل حجرة يرفع توتر الاوكسجين فيها الى اكثر من ۱۰۰۰ ملم زئبق وهناك من يدعي نجاح هذه الصنعة عند معالجة الاطفال الخدج الذين لا يتنفسون ، او في معالجة خثار القلب عند البالغين ... الخ ان الوقت الذي يسمح بالبقاء في مثل هذا الظرف محدد بسمية الاوكسجين

حدود سمية الاوكسجين :

ان الاوكسجين المتنفس لمدة طويلة من الوقت وفي ضغط عال له اثار سامة . وحدود تحمل الانسان غير معروفة بالضبط ، ولكنه يظهر بان توتر الاوكسجين لحد ٤٠٠ ملم زئبق مأمون .

والتعرض لتوتر ضغطين جويين للاوكسجين (١٥٠٠) ملمزئبقيحدث تغيرات في الرئتين والدماغ بعد ثمان ساعات

نقص ثاني اكسيد الكربون

CARBON DIOXIDE LACK

يمكن تخفيض ثاني اوكسيد الكربون في الدم وذلك بفرط التهوية الارادية ، ولكنه يجب التنبيه الى ان هذه الطريقة خطرة الا اذا جرت تحت اشراف دقيق فاذا ما تنفس الشخص بعمق وسرعة لمدة دقيقتين عن طريق الفم ، فان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الدم سينخفض لنصف معدله الطبيعي . وتأثير هذا الطرح الكلي لحمض الغاز ثاني اوكسيد الكربون هو تكوين قلوية الدم . ويرتفع ب.هـ. الدم من ٧٫٤ الى ٧٫٥ او اكثر .

وان تأثير الطرح الكلي لثاني اوكسيد الكربون هو زيادة استفزازية **(Excitability)** اعصاب وعضلات الجسم وخاصة تلك التي في الذراعين وزيادة الاستفزازية تظهر نفسها بحقيقة انه اذا ما ضغط ضغطا بسيطا على الاعصاب فانه سيحدث تقلصا عضليا حيث يؤدي بها الىسنجتلقائييعرف بالشنجالرسغيالقدمي **(Carpopedal Spasm)** وتسمى هذه الحالة بالتكزز **(Tetany)**

وقبل حدوث التكزز فانه من الممكن اظهار زيادة استفزازية الاعصاب وذلك بالضرب الخفيف على زاوية الفك لتنبيه العصب الوجهي

وفي الحالات الطبيعية فانه لن يكون لهذا الضرب اي تأثير . ولكن في حالة التكزز الكامن تتقلص عضلات ذلك الجانب واذا ما شدت كفة حول الذراع ونفخت فانها ستؤدي الى تكوين شنج الرسغ واليد وبنفس الوقت فان فقد ثاني اكسيد الكربون والذي هو موسع للاوعية الدموية للدماغ يؤدي الى خفض جريان الدم في المخ وتضعف الرؤيا ويصبح المجال المحيطي ضيقا . ويصبح التفكير الواضح غير ممكن وقد يشكو الشخص من الدوام (Dizziness) .

ومن المهم تذكر هذه الاعراض حيث ان فرط التهوية قد تنتج من الاثارات الانفعالية . ويجب مراقبة اي مريض يكون جالسا في فراشه ويتنفس بفراطة ان معالجة نقص ثاني اوكسيد الكربون بسبب فرط التهوية هو جعل الشخص يتنفس مزيجا غازيا يحتوي على ثاني اوكسيد الكربون . واذا لم يكن مثل هذا المزيج الغازي جاهزا ، فانه كاسعاف اولي تجعل الشخص يتنفس هوائه من كيس ورقي وقد تحدث حالة هوس بعد فرط التهوية والتي تكون نتيجتها استمرار حالة فرط التهوية دون ان يعرف الشخص ان تلك الحالة مستمرة وعندما يزداد مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدماغ فان هذه الحالة تبدأ بالنقصان والعودة الى الحالة الطبيعية .

الـــزراق

Gyanosis

ان الشخص الذي يعاني من حالة اللااوكسية يصبح زراقيا ظاهرا للعيان عندما يكون محتوى اوكسجين اوعية الجلد الدموية واطئا الى حد ان اكثر من خمس غرامات من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم٣ من الدم تكون في حالة اختزال . (اي غير متحدة بالاوكسجين) ويرى الزراق في مرضى اللااوكسية بنقص الاوكسجين والااوكسية الركودية ويجب التذكر بان المريض بفقر الدم الشديد قد لا يحتوي على كمية كافية من الهيموكلوبين لاظهار الزراق مهما كانت شدة اللااوكسية بنقص الاوكسجين .

١٠ ـ اضطرابات وظيفة التنفس

الاضطرابات المؤثرة في الية التنفس

ان بعض التغييرات المرضية الشائعة التي تحصل في الجهاز التنفسي هي كما يلي :ـ

١ ـ قصور الشهيق (Inspiratory Failure)

يتم الشهيق كما مر ذكره بفعالية مركز التنفس الذي يرسل نبضات عصبية الى خلايا القرن الامامي المجهزة للعضلات التنفسية وتنقل خلايا القرن الامامي هذه النبضات العصبية الى العضلات نفسها

ان مركز التنفس هو جزء من الدماغ والذي قد يتلف نتيجة اي اذى يصيب الدماغ مثل الكلم واللااوكسية او جرع عالية من الادوية بضمنها المخدرات واذا ما توقف عمل مركز التنفس ، فان التنفس الطبيعي سيتوقف .

ان التهاب سنجابية النخاع **(Poliomyelitis)** هو خمج حموي يهاجم خلايا القرن الامامي للحبل الشوكي فاذا ما تأثرت شدفات الحبل الشوكي المسيطرة على العضلات التنفسية بهذا المرض فان التنفس سيضعف لشلل هذه العضلات التنفسية واذا ماكان المفقود من قوة العضلات كبيرا فان التنفس الاصطناعي سيكون ضروريا حتى تستعيد هذه العضلات قوتها ، ان تسنى لها ذلك وتستخدم لذلك رئة حديدية (منفسة بشكل صندوق) او منفسة ذات ضغط موجب توصل مع انبوب فغر الرغامي **(Tracheostomy)** ان سم سهام الهنود الامريكيين (كوراري **(Curare)** يسبب الشلل وذلك بحصر انتقال النبضات العصبية في اللوحة الانتهائية للمحرك المصاحبة مع الياف العضلات الارادية وان احد مشتقاته **(Tubocurarine)** يستعمل كمرخي عضلي . وعند استعمال مثل هذا المرخي العضلي لخفض مستوى التخدير اللازم لاحداث ارتخاء في عضلات البطن مثلا ، فانه سيشل ايضا العضلات التنفسية . وفي هذه الحالة يجب استخدام التنفس الاصطناعي طوال مدة العملية والاستمرار بها حتى زوال تأثير المرخي العضلي .

٢ ـ قصور الزفير (Expiratory Failure)

حيث ان الزفير يتم بواسطة الارتداد المطاطي للرئتين وفي حالات استثنائية فقط ، بواسطة عضلات الزفير ، فان قصور الزفير يكون بسبب فقدان المطاطية وينتج لتلف الانسجة المطاطية بسبب التهاب

القصبات المزمن والسعال لعدد من السنين . وان تأثير مثل هذا الفقدان لمطاطية النسيج تظهر بقابلية الصدر للحركة تجاه وضع الشهيق الكامل ويعطي هذا الصدر الشبيه بالبرميل الشكل النموذجي لحالة الانتفاخ (Emphysema) والتي يصاحبها عسر في الزفير .

٣ ـ استرواح الصدر (Pneumothorax) :

لقد رأينا انه اذا ما دخل الهواء بين الرئتين وجدار الصدر فان التنفس سيضعف . ومثل استرواح الصدر هذا يصاحبه انحراف المنصف الى الجانب الاخر

٤ ـ الانصباب الجنبي (Pleural Effusion)

اذا ما دخل سائل بين الرئتين وجدار الصدر ، او اذا ما دخل الدم نتيجة اذى (صدر مدمى (Haemothorax) فان التنفس سيضعف ومرة اخرى سينحرف المنصف الى الجهة الاخرى

٥ ـ القصبة المحصورة (Blocked Bronchus) :

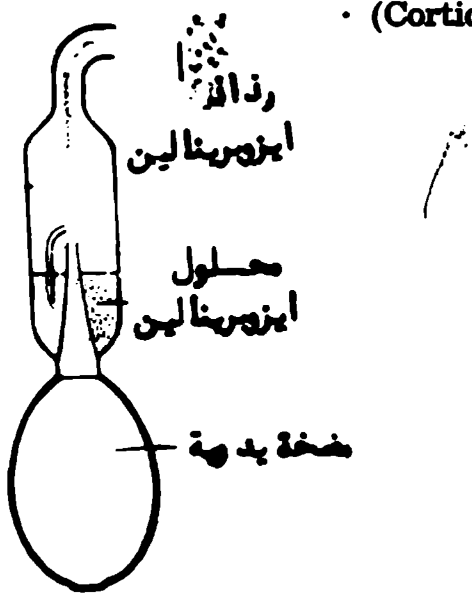
واذا ما حصرت القصبة بحيث ان الهواء لا يستطيع دخول فص من الرئة ، فأن الهواء المحصور سيمتص من قبل الدم وتنكمش الرئة . وتأثير الرئة المنكمشة هذه المرة سيكون بسحب المنصف الى جانبها

٦ ـ حصر المسلك الهوائي الجزئي :

في الربو وحالات شنج القصبات (Bronchospasm) الاخرى تضيق المسالك الهوائية وعليه فانه على الرغم من ان التنفس قد يكون كافيا عندما تكون سرعته واطئة ، لكن اية محاولة لجهد ستسبب المضايقة . اذ تحتوي المسالك الهوائية على عضلات ملساء في جدرانها مجهزة من الجهازين العصبي الودي واللاودي فالجهاز العصبي الودي موسع لهذه القصبات بينما الجهاز العصبي اللاودي مضيق لها وعليه فان فعالية الجهاز العصبي اللاودي في الربو تكون ذات فعالية كبيرة ، بينما تكون فعالية الجهاز العصبي الودي غير كافية

ولزيادة سعة المسالك الهوائية ، فان بعض الادوية مثل الاتروبين (Atropine) والهيوسين (Hyoscine) تستعمل لحصر الفعالية اللاودية بينما تعطي الادوية مثل الادرينالين (Adrenaline) والنورادرينالين (Noradrinaline) لزيادة الفعالية الودية ويعطي الايزوبرينالين (Isoprenaline) والذي هو احد مشتقات النورادرينالين على شكل نشوق رذاذ (شكل ٨٦) وحيث ان الهستامين يسبب تقلص هذه العضلات الملساء ايضا في القصبات والقصيبات فانه

يمكن اعطاء ادوية ضد الهستامين (**Antihistamine**) والقشرانيـات (**Corticoids**) .



شكل ـ٨٦ـ رذاذ موسع القصبات ـ ان عصر المضخة اليدوية يسبب رذاذا ناعما من الايزوبرينالين او السالبوتامول حيث انه عند استنشاقه يسبب توسع العضلات الملساء للجهـاز التنفسي ويفرج عن شنج القصبات .

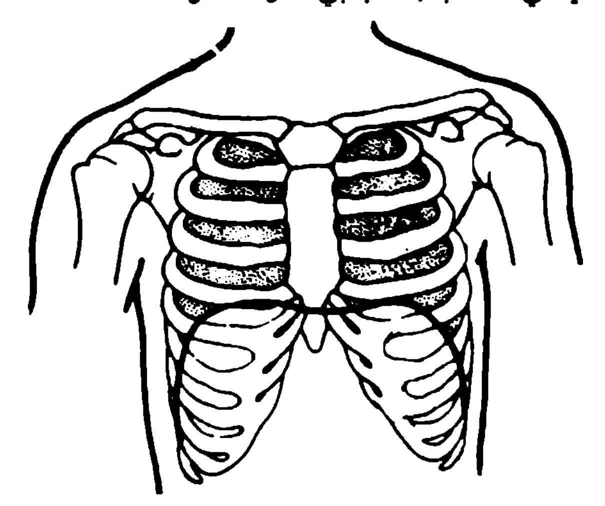
٧ ـ التصلب (Consolidation) :

قد تتصلب الرئة في ذات الرئة الفصية (**Lobar Pneumonia**) كجزء من التغييرات المرضيـة .

القواعد الفسلجية المؤكدة للفحوص السريرية

القرع (Percussion) للتاكد من ان التغييرات المرضية قـد حدثت في هذه الحالات فانه تستعمل بعض القواعد الاساسية . اولهما ان نسيج الرئة السليمة يعطى نغمة مميزة عند قرع الصدر فالنغمـة الصادرة عن قرع جدار صدر فوق نسيج رئة سليمة لن تكون جوفاء كالتي نجدها فوق فقاعة هوائية في المعدة ولا قاتمة كالتي نراها فوق الكبد . ويستخدم القرع المتوسط عادة فيوضع اصبع يد واحدة ملامسا لجدار الصدر حيث يضرب مركز السلامي الوسطى بشدة بطرف اصبع اليد الاخرى .

ويمكن التدرب على هذه الطريقة باستعمال سطح مجوف كالمنضدة واخر صلبا كالجدار . فيمكن بذلك سماع الفرق بين الاجسام المجوفة والاجسام الصلبة وإذا ما قرع الجانب الايمن من الصدر (شكل ٨٧) عندما يكون الشخص مستلقيا فانه يلاحظ تغير واضح في النغمة من الصوت الطبيعي للرئة الى الصوت القاتم للكبد حيث يسمع هذا في حوالي المسافة الرابعة بين الاضلاع . وهذا يعطي موضع الحجاب الحاجز والذي غالبا ما يكون اعلى مما يتوقعه المرء ، ويجب مقارنة نغمة القرع على جانبي الصدر في عدة مستويات من الامام ومن الخلف وإذا ما تغيرت حالة الرئة ، فان نغمة القرع ستتغير ايضا فاسترواح الصدر يعطي صوتا اجوف بينما يعطي الانصباب الجنبي صوتا اكثر قتامة .



شكل -٨٧- الرئتان في الصدر . لاحظ مدى امتداد الحجاب الحاجز عاليا امام الصدر .

اصوات التنفس :-

تعمل الرئة كمضعفة للصوت ولذلك فان الاصوات لن تنتقل بسهولة من خلال المسالك الهوائية الكبيرة الى جدار الصدر وعندما يحدث التنفس فان الهواء الداخل والخارج من الحنجرة والرغامي يكون اضطرابا خلال الشهيق وخلال الزفير . ولذلك فهناك صوتان تنفسيان ، واحدا اثناء الشهيق والاخر اثناء الزفير ويمكن سماعهما بوضوح عند وضع السماعة على الرغامي والقصبة الكبيرة وتسمى هذه الاصوات بالتنفس القصبي ولا تسمع اصوات التنفس القصبي على محيط الرئتين مثل الابط ولكنه بدلا من ذلك يسمع صوتا خافتا عند دخول الهواء الى الاسناخ ويسمى هذا بالتنفس الحويصلي

(Vesicular Breathing) ويتكون من صوت ضعيف خافت خلال الشهيق وفي بداية الزفير ولا يسمع اي صوت في نهاية الزفير . ولهذا فيكون للتنفس القصبي عنصران خلال الدورة التنفسية بينما يكون للتنفس الحويصلي عنصر واحد .

وحيث ان اصوات الهواء المتحرك في القصبات صعودا ونزولا ليست عالية ، لذا فقد يمكن سماع اصوات اضافية عندما يلفظ الشخص كلمة (٩٩) او (١،١،١) . وستتحور هذه الاصوات وتضعف ، لذا ففي الظروف الطبيعية تسمع اصوات مكتومة غير واضحة جدا عند وضع السماعة على جدار الصدر . وتسمع هذه الاصوات بوضوح عند تصلب الرئة .

ويمكن غالبا الاحساس بترددات واطئة بدلا من سماعها ولذا فتوضع اليد مبسوطة على الصدر في الوقت الذي يلفظ فيه الرقم (٩٩) وتقارن الاهتزازات على الجانبين . ففي التصلب توجد زيادة واضحة في الحسيس الصوتي اللمسي (Tactile Vocal Fremitus) وهو الاسم الذي يطلق على هذه الاهتزازات التي يمكن جسها باليد .

وقد تسمع اصوات اخرى . فالصفير (Rhonchi) ينتج من افراط في افراز المخاط وتكون للمسالك الهوائية الكبيرة نوعية موسيقية. وتتكون الهسات (Rales) ,الفرقعات من القصيبات النهائية حيث تشابه صوت الفرقعة .

ان الانسداد الجزئي للتنفس يكون صاخبا ويلخص كالاتي :ـ

١ ـ الشخير (Snoring) عندما يسد اللسان البلعوم

٢ ـ صياح الديك (Crowing) عندما يكون هناك شنج في الحنجرة

٣ ـ القرقرة (Gurgling) عندما يكون السائل في المسالك الهوائية الكبيرة .

٤ ـ الازيز (Wheezing) = انسداد القصبات .

الفحص السريري :

بهذه القواعد السابقة فان المريض باضطراب تنفسي يفحص بالطريقة التالية . اولا تاريخ مفصل لحالة الشخص والعائلة وحياته الاجتماعية . ويشمل الفحص السريري .

١ ـ التامل (Inspection)

٢ ـ القرع (Palpation)

٣ ـ الجس (Percussion)

٤ ـ التسمع (Auscalteation)

وعند التأمل يجب التذكر بان لجانبي الجسم تجهيز عصبي مستقل وانه لمن غير الطبيعي لاية آفة مرضية للجهاز التنفسي ان تؤثر على جانبي الجسم بالتساوي . ولذا فان التناظر مهم جدا وان اي اختلاف في التناظر يجب ملاحظته . وبنفس الوقت تلاحظ سرعة التنفس والعضلات التنفسية المستخدمة .

ان التناظر في حركة الصدر يمكن التأكد منه بالجس وللتأكد عما اذا كان المنصف قد انحرف ، فيجب ان تجس الرغامي عند الثلمة الودجية وتعين موضع ضربة القمة وعندما يكون استرواح الصدر في الجانب الايمن فان ضربة القمة قد تنحرف الى الابط الايسر .

ومن ثم يستعمل القرع والتسمع لاقرار التشخيص . وعند قرع الظهر فانه من المهم تحريك الكتف للجانب ويتم ذلك بالطلب من المريض بضم ذراعيه امام الصدر .

ولوجود اختلافات واسعة في الحالات الطبيعية ، فانه تقارن النقاط المتشابهة على جانبي الصدر ، اذ ان اي اختلاف بينهما له اهمية تشخيصية .

واذا لم تمكن الفحوص السريرية السابقة من اقرار التشخيص فيصور الصدر شعاعيا وان كان ضروريا يجري فحص وظيفة الرئة (Pulmonary Function)وكذلك كيمياء الدم . وهذه الفحوص تشمل حجوم الرئة ، السعة الحيوية ، حجم الزفير القوى لثانية واحدة، سعة الثمالة الوظيفية ، حجم التهوية القصوى ، توتر الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم الشرياني ومستوى بيكاربونات البلازما

ان قابلية الجهاز التنفسي لتحريك الهواء بسرعة داخل وخارج الصدر ، ستضعف اذا ما فقدت الرئتان وجدار الصدر مطاطيتهما ، واذا ما تضيقت المسالك الهوائية او اذا ما ضعفت العضلات التنفسية .

المطاوعة الرئوية ـ مطاوعة الرئتين :

يحدث التنفس فقط بسبب مطاطية تركيب الرئتين والصدر . ان المطاوعة كلمة مشوشة للتعبير عن شدهما . فهو مقياس للسهولة التي تتمدد بها الرئتان وجدار الصدر عندما يزداد الضغط داخليا .

$$\text{المطاوعة} = \frac{\text{زيادة في الحجم}}{\text{زيادة في الضغط}}$$

وهي عكس المطاطية والتي هي زيادة الضغط الناتجة عن زيادة الحجم . فالمطاطية هي القساوة الموجودة عند جعل الرئتين وجدار الصدر يتمددان . وعليه فاذا ما تمددت رئتا مريض بسهولة اقل فانهما سيكونان في حالة مطاوعة منخفضة (ولكن زيادة القساوة او المطاطية وهنا التشويش)

تقاس المطاوعة بارخاء العضلات التنفسية وايجاد الزيادة الحاصلة في ضغط الرغامي عندما يزداد حجم الرئة بادخال الهواء في الرئتين في دفعات ذات ٥٠٠ سم٣ وهذا يعطي المطاوعة المشتركة للرئتين وجدار الصدر . وتقاس هذه عادة في المرضى وهم تحت تأثير المخدر .

واذا ما سجل ضغط المريء كدلالة للضغط خارج الرئتين (ولكن داخل جدار الصدر = ضغط داخل الصدر او داخل الجنب) فانه يمكن ايجاد مطاوعة الرئتين وحدهما . ومن المطاوعة المشتركة ومطاوعة الرئة ، يكون بالامكان حساب مطاوعة جدار الصدر .

وعند تعيين المطاوعة ، فان الحجوم تقاس باللترات وتقاس الضغوط عادة بسنتمترات الماء (١ سنتمتر ماء = ٧ر٠ م زئبق) .

الارقام المثالية هي :

المطاوعة الرئوية (الرئتان + جدار الصدر) = ١ر٠ لتر / سنتمتر ماء
مطاوعة الرئة = ٢ر٠ لتر / سنتمتر ماء
مطاوعة جدار الصدر = ٢ر٠ لتر / سنتمتر ماء

ان المطاوعة المشتركة تكون عادة اقل من مطاوعة الجزئين وذلك لان الرئتين وجدار الصدر سوية ليسا بمطاوعة كل من الرئتين او جدار الصدر منفردين .

وزيادة المطاوعة تكون مصحوبة بشلل رخوي لعضلات جدار الصدر او استرواح صدري مفتوح

وانخفاض المطاوعة تكون بسبب زيادة القساوة في كل من الرئتين وجدار الصدر ، ويلاحظ ذلك في المرضى المسنين الذين لديهم انسجة مطاطية اقل من الانسجة الليفية ، وفي حالات الحمل وذلك بسبب التمدد البطني . ويلاحظ انخفاض مطاوعة جدار الصدر عند ازدياد توتر عضلات بين الاضلاع مع شلل شنجي او عندما يثبط الحركة الم في الاضلاع وكذلك تلاحظ في التهاب الفقار (Spondylitis) لمفاصل الاضلاع وفي التهاب العضل (Myositis) وتليف العضلات .

ويشاهد انخفاض مطاوعة الرئة في حالات تليف الرئة وخزب الرئة والربو .

ان تمدد الرئتين وجدار الصدر اثناء الشهيق تقاوم من قبـــل الخاصية المطاطية للرئتين والتي تميل لان تحفظ الرئتين في اصغر حجم ممكن . ويجب استهلاك الطاقة من قبل العضلات التنفسية لشد الرئتين اثناء الشهيق وتستعاد معظم هذه الطاقة خلال الزفير التالي عندما تعيد المطاطية الرئتين وجدار الصدر الى مستوى التنفس الساكن وتفقد كمية قليلة من الحرارة والطاقة بسبب الاحتكاك .

في الرماية ، تستهلك الطاقة عند سحب القوس الى الوراء ولكن هذه الطاقة تستعاد عندما يتحرر القوس (اذ تنتقل الى السهم الذي ينطلق بسرعة عالية)

التوتر السطحي ومطاوعة الرئة :

ان سطح الماء فيما بين الهواء والماء يتصرف مثل الجلد وتسمى هذه الصفة بالتوتر السطحي .

ان هذا التأثير الشبيه بالجلد هو الذي يسمح لزهر الكبريت لان يطفو فوق سطح الماء وتقلل المنظفات (والصابون) من التوتر السطحي للسوائل المائية مم تسبب غطس المسحوق . وتستخدم هذه القاعدة في فحص هاى للبول **(Hay's Urine Test)** لوجود املاح الصفراء (مما تسبب غطس زهر الكبريت بسبب خاصيتها الشبيهة بالمنظفات)

ان التوتر السطحي يعيق مرور الهواء من خلال الانابيب المبللـــة الصغيرة والمسافات الهوائية ولذا فانه يكون من الصعب التنفس من خلال قناع قماش مشبع بالماء وذلك لان طبقة الماء ستحصر المسافات الهوائية الصغيرة في القماش . ان اسناخ الرئتين مغلفة بطبقة من المـــاء تسمح بتبادل الغازات (ان الاوكسجين يجب ان يذوب اولا في الماء قبل ان ينتشر خلال الجدار السنخي الى الدم في الشعريات الرئوية) . واذا ما تم طرح كمية كبيرة من الهواء اثناء الزفير من سنخ يقابل جوانب التماس ، فانه تتكون طبقة من الماء تمنع دخول الهواء في الشهيق التالي ولذا فانه يتطلب جهدا شهيقيا اضافيا للتغلب على التوتر السطحي واعادة فتح السنخ **(Alveolus)** .

السرفاكتانت (Surfactant)

وهذه مادة شبيهة بالمنظفات موجودة في الاسناخ وتقلل من التوتر السطحي للسائل السنخي . وفعلها يتم بالسماح للاسناخ بالتمدد بسرعة اكبر خلال الشهيق وبذا فيكون لها تأثير في زيادة مطاوعة الرئتين .

ان نقص السرفاكتانت في طفل حديث الولادة (مـــرض الغشـــاء الزجاجي **(Hayaline Membrane Disease)** يـــكون مصحوبا

بانكماش رئوي متزايد او قصور الرئتين من التمدد مع الهواء عند الولادة (انخماص (**Atelactasis**) ونقص السرفاكتانت قد يؤدي الى انكماش مناطق من الرئة بعد عملية فتح الصدر عند استعمال مضخـــــة الارواء **(Pump-Perfusion)**

مقاومة المسالك الهوائية لجريان الهواء

ان المسالك الهوائية تعطي مقاومة لجريان الهواء (كالشرينات التي تعطي مقاومة لجريان الدم) وهذه المقاومة لا تكون لها اهمية عنـــد الشخص الطبيعي عندما تكون سرعة جريان الهواء واطئة ، ولكنها تكون ذات اهمية عندما تكون سرعة جريان الهواء عالية اثناء التمارين او عندما تكون المسالك الهوائية متضيقة (شـــنج قصبـــي(**Bronchospasm**) كما في حالة الربو .

لاحظ حالة مريض مصاب بشنج قصبي يحاول التنفس بسرعة فالشهيق سيقلل الضغط في الرئتين وسيسحب الهواء ببطىء الى الرئتين من خلال المسالك الهوائية الضيقة . واول كمية من الهواء التي ستصل الاسناخ هو الهواء السنخي الذي كان موجودا في الحيز الميت بعد الزفير السابق وبسبب مقاومة المسالك الهوائي فانـــه سيمضي وقت ليس بالقصير قبل ان يتمكن الهواء الخارجي (هواء الغرفة) من الوصول الى الاسناخ وبسبب سرعة التنفس العالية فان الزفير يكون قد ابتدأ قبل هذا الوقت ولذلك لن يتمكن هواء الغرفة من الوصول الى الاســـناخ وسوف لن تكون هنالك تهوية سنخية فعالة وهذا ما سيـــؤدي الى الاختناق

نسبة التهوية والارواء (Ventilation-Perfusion Ratio)

لكي يمكن الحصول على تبادل غازي فعال في الرئتين فان التهوية السنخية يجب ان تتوزع بشكل يتناسق مع الجريان الرئوي للدم في جميع اجزاء الرئة ولذا فان كل جزء عليه ان يغير من نسبة التهوية والارواء

ولنأخذ حالة متطرفة . فاذا جرى كل الدم الرئوي الى الرئة اليمنى وان كل الهواء المستنشق قد ذهب الى الرئة اليسرى فسوف لن يكون هناك تبادل غازي فعال ولذلك فان الدم في الرئة اليمنى سيعمـــل تحويلة **(Shunt)**

وحتى لو حدث مثل هذا التحويل على مقياس ضيق فانه سيكون هنالك هبوطا ملحوظا في توتر اوكسجين الدم الشرياني وذلك لان الدم

الجاري خلال الفص غير المهوى سوف لن يأخذ الاوكسجين وان الدم المختزل فيه سيمتزج مع الدم الاوكسجيني من بقية الرئتين وان الدم الذي يترك الرئتين ويمر في الجانب الايسر من القلب الى الشرايين سيحتوي على هيموكلوبين مختزل . واذا ما كانت اكثر من خمس غرامات من الهيموكلوبين في الدم بشكل مختزل ، فستظهر على المريض علائم الزراق

وبسبب انحدار منحنى افتراق الاوكسجين وحقيقة ان الدم ألخارج من منطقة الرئة الطبيعية يكون مشبعا تقريبا كليا بالاوكسجين فانه لن يكون بامكان منطقة الرئة الطبيعية المهواة انتأخذ كمية اكبر منالاوكسجين للتعويض . ولن يكون الخليط الغازي الغني بالاوكسجين فعالا اذا ما اعطي للمريض كي يتنفسه . . اذ ان هذا سيسبب فقط زيادة كمية الاوكسجين المذابة وسيكون له اثر ضعيف في زيادة كمية الاوكسجين المحمولة كاوكسي هيموكلوبين . ولن يكون هناك بالطبع احتباس لثاني اوكسيد الكربون ، حيث ان لمنحنى افتراق ثاني اوكسيد الكربون شكل مختلف ، وان كمية كبيرة منه تبرز من نسيج الرئة المهواة

واذا توقفت تهوية فص ما في احدى الرئتين فان جريان الدم يتوقف بالية خاصة . والطريقة التي يحدث بها ذلك لا زالت غير واضحة ، ولكنه من المحتمل ان تكون استجابة موضعية للشعريات الرئوية حيث تتقلص عند وجود نقص في الاوكسجين في الاسناخ .

الخلاصـــة :

ان ضغطا جزئيا عال لثاني اوكسيد الكربون (PCO_2) في الدم الشرياني يكون دالا على وجود تهوية سنخية غير كافية وقد يكون السبب في ذلك انحطاط في المركز التنفسي ، او ضعف العضلات التنفسية ، اوّ افات الرئة وجدار الصدر ، او انسداد في التنفس ، او زيادة في الحيز الميت الفسلجي بسبب قلة ارواء الاسناخ .

وعندما يكون الضغط الجزئي للاوكسجين (PO_2) في الدم الشرياني اقل بصورة واضحة من الضغط الجزئي للاوكسجين في الهواء السنخي في الوقت الذي يكون فيه ضغط ثاني اوكسيد الكربون طبيعيا ، فانه يكون عندئذ من المتوقع حدوث تحويله .

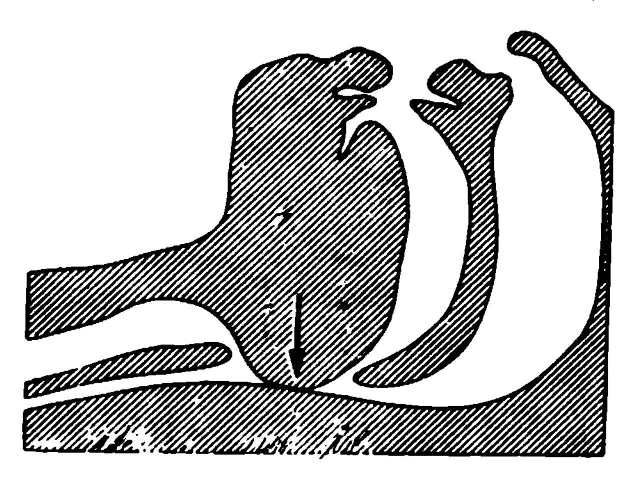
الافاقة الطارئة

EMERGENCY RESUSCITATION

اذا ما وقف تنفس الشخص فانه يكون عندئذ من الضروري اجراء

عملية التنفس الاصطنـــاعي (Artificial Respiration)
باسرع ما يمكن وان الطريقة التي تعتبر اكثر فعالية للتنفس الطبيعي كاسعاف اولي هي طريقة الافاقة بهواء زفير الفم للفم ولكي يتم اجراء هذه الطريقة بصورة مرضية ، فانه يكون من المهم اولا ازالة اي عائق في المسالك الهوائية حيث انه من السهل على الشخص الفاقد الوعي ان يبتلع لسانه فيسد بذلك البلعوم (شكل ٨٨)

يطرح الشخص على ظهره ويمدد الراس ويغلق الانف ويحرك الفك الى الامام كما في (شكل ٨٩) ثم يطبق الفم على فم الشخص المصاب باحكام وتنفخ الرئتان من هواء زفير المسعف فهواء الزفير لا زال يحتوي على ١٦–١٧٪ من الاوكسجين (بدلا من ٢١٪ في هواء الغرفة) وهـــذه الكمية من الاوكسجين تكون كافية للتنفس . وبعد نفخ رئتي المصاب يبعد المسعف راسه ويستدير ليلاحظ صدر المصاب واذا ما كان المسلك الهوائي خاليا من اي عائق فانه يمكن رؤية الصدر وهو يفرغ من الهواء . وبنفس الوقت يأخذ المسعف شهيقا اخر ويطبق فمه على فم المصـــاب لاجراء نفخة اخرى .



شكل –٨٨– اللسان يحصر البلعوم (المناطق البيضاء للمسالك الهوائية). عندما يكون شخص فاقد الوعي ممددا على ظهره ، فان اللسان قد يهبط الى الخلف ويحصر المسلك الهوائي .

واذا لم تحدث ست نفخات للرئتين اي تحسن في لون المصاب ، فعندها يجب توقع حدوث توقف القلـــب (Cardiac Arrest) ومن المهم معرفة ما اذا كان القلب لا زال يضرب ام لا قبل البدء بعملية افاقة القلب . والعلامات التي ينظر لها هو اختفاء النبض السباتي واختفاء



شكل ـ٨٩ـ تنفس الفم للفم (الافاقة بهواء الزفير) . يسد الانف بالابهام والسبابة . وتضغط اليد على الجبهة لتمدد الراس . وبنفس الوقت يسحب الفك الى الامام ، وتنفخ الرئتان بوضع فم المسعف على فم المصاب . ومن الممكن نفخ الرئتين من خلال الانف .

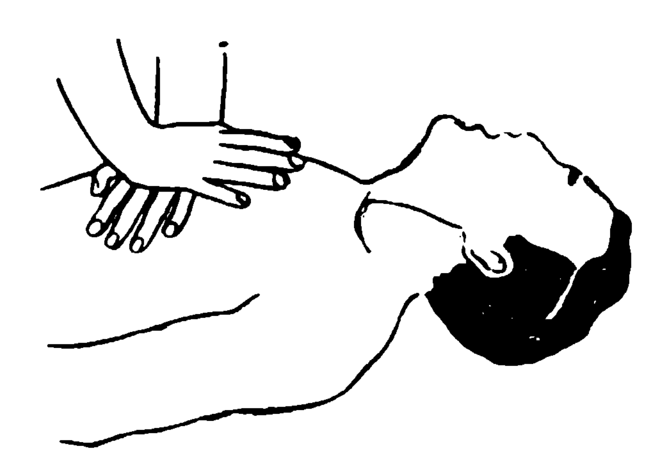
اصوات القلب (حيث تسمع بتقريب اذن الشخص الى صدر المصاب) وتوسع بؤبؤ العين (على الرغم من ان هذا قد يشاهد في حالات اخرى)

يتم التدليك الخارجي للقلب وذلك بتسليط ضغط بواسطة عقب احدى اليدين في الوقت الذي تكون فيها اليد الاخرى فوقها (شكل ٩٠) ، على نقطة في الخط المنصف لربع المسافة الى اعلى القص . ثم يضغط على القص لمسافة ١ـ٥ر١ بوصة وبذلك فان الدم الموجود في البطينين سيدفع للخارج نحو الشرايين وعند رفع الضغط فان الدم سيدخل البطينين من الاذينين والاوردة وباعادة هذه العملية ٦٠ مرة في الدقيقة فانه يمكن ادامة دورة دموية كافية . ولكنه مع الاسف لا يمكن ادامة تهوية رئوية للرئتين بهذه العملية . ولذا يكون من الضروري اجراء عملية افاقة الفم للفم مرة اخرى بصورة ممتناوبة مع التدليك الخارجي للقلب . فتعطى نفخة رئوية واحدة متبوعة بستة تدليكات قلبية ثم بنفخة رئوية وهكذا ، وباجراء هذه العملية فانه يمكن ادامة حياة الشخص لساعة او ساعتين اخرى .

ويجب البدء بعملية تدليك القلب خلال دقيقتين من توقف القلب ، والا حدث اذى دماغيا لا يعكس

وتعتمد المعالجة التي تتبع ذلك على الخدمات المتيسرة . فقد يمكن ادامة التنفس الاصطناعي باستعمال مضخة بعد تنبيب **(Intubation)**

المسالك الهوائية من خلال الفم او بعد عملية فغر الرغامي واذا ما كان القلب في حالة رجفان بطيني (Ventricular Fibrillation) فتستعمل مسارات كهربائية ضد الرجفان على الصدر لارسال صدمات كهربائية الى القلب حتى يمكن ارجاع القلب الى نسقيته الاصلية



شكل ـ ٩٠ ـ التدليك الخارجي للقلب . يسلط ضغط بواسطة عقب اليد على القص فقط في الخط الوسط على مستوى المسافة الرابعة (في خط واحد مع الحلمتين في الرجل) .

وقد يستعمل ناظم قلبي خارجي لتنبيه التقلص البطيني بعد ادخال مسار كهربائي الى البطين الايمن عن طريق اوردة الرقبة . وقد يكون من الضروري تصحيح حموضة الدم (اي ان ب.هـ الدم قد ينخفض من ٤ر٧ الى ٢ر٧ او اقل نتيجة لتكون حامض اللاكتيك وبعض المئيضات الاخرى بسبب نقص الاوكسجين) ويتم هذا التصحيح عن طريق تسريب وريدي (Intravenous Infusion) في الوقت الذي يستمر فيه التدليك القلبي ويمرر ١٥٠ مكافئا مليا (Milli-Eqivalent) من بيكاربونات الصوديوم عن كل دقيقة من توقف القلب قبل بدء عملية الافاقة .

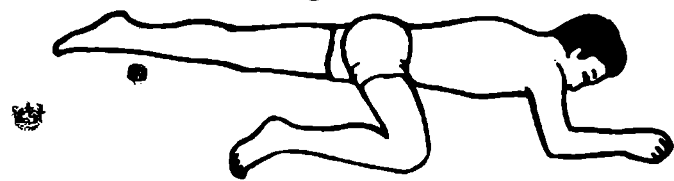
وعندما يعود المريض لوعيه فانه يجب تحويله الى وضعية السبات شبه المكبوب مع ضغط الراس الى جانب واحد لمنع استنشاق اي قيء (شكل ٩١) .

السبات والانسداد التنفسي

COMA AND RESPIRATORY OBSTRUCTION

يستخدم مسلك هوائي في حالة السبات الخفيف لمنع اللسان من اعاقة التنفس . اما في حالة السبات العميق عندما تختفي المنعكسات او عندما يقل التنفس ، فمن العادة التنبيب باستعمال انبوب داخل الرغامي وهذا ما يسمح باجراء التنفس الاصطناعي ذو الضغط الموجب . ومثل هذا التنبيب لا يترك عادة في موضعه لفترة اكثر من ٤٨ ساعة .

ان صنعة تنبيب الرغامي لاستنشاق المخدر او التهوية الميكانيكية بالضبط الموجب قد مكنت من استعمال الادوية المرخية للعضلات بامان ومكنت كذلك من اجراء عمليات القلب المفتوح .



شكل -٩١- وضع السبات . عندما يبدا الشخص بالافاقة ، فيجب قلبه الى وضع السبات لمنع استنشاق القيء .

١١ ـ الايض
METABOLISM

يحتاج الانسان الى الغذاء كي يبقى حيا . والعملية المعقدة التي يتم بها تحويل هذا الغذاء الى حرارة وطاقة لاستعمالها في النمو ولاصلاح الانسجة تسمى بالايض . ولكنه قبل ان تتمكن الخلايا من استعمال الغذاء فانه يجب تحويله الى شكل مناسب لامتصاصه في الدم ويدعى التحويل بالهضم ان الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات التي في القوت هي التي تحتاج فقط الى التحول بهذه الطريقة . اما الاملاح الغير العضوية والماء والفيتامينات فانها تمتص دون ان تمر باي تغير كيمياوي .

الخمائـــر (Enzymes)

يتم الهضم بواسطة مواد وسيطة حيوية تعرف بالخمائر وهي نفسها مواد بروتينية . وباستعمال التسمية الحديثة فان اسم اية خميرة يشتق من اسم المادة التي يؤثر فيها بعد اضافة الحروف (ase) في نهاية الاسم ولذا فان الخميرة التي في الامعاء الدقيقة والتي تؤثر على السوكروز (Sucrose) سكر القصب وسكر البنجر تسمى بالسوكريز (Sucrase) وتسمى التي تؤثر على اللاكتوز باللاكتيز (Lactase) وفي بعض الاحيان فان الكلمة اللاتينية هي التي تستعمل في التسمية . فالاسم اللاتيني للنشاء هو (امايلم (Amylum) ولذا فيطلق على الخميرة التي تحطم النشاء بالامايليز (Amylase) ان سلسلة البروتين تتحطم بواسطة الخمائر (Enzymes) الى سلاسل بيتايدية اقصر وتتحطم البيتايدات اخيرا الى الاحماض الامينية بواسطة الخمائر البيتايدية (Peptidases) .

ان الاسماء القديمة لبعض الخمائر الهضمية لا زالت شائعة الاستعمال لحد الان . وهذه مثل البتالين (Ptyalin) (اما يليز الغدة اللعابية) والببسين (Pepsin) (البروتييز المعدي) والتربسين (Trepsin) والكيموتربسين (Chemotrepsin) (بيتايديز بنكرياسي) .

ان الحد الفاصل بين البروتينات والبيتايدات لا زال غير واضح تماما . واحد معايير التمييز بينهما هو اعتبار هذه الاحماض الامنية في السلسلة . فان كانت هذه اكثر من مائة فتعتبر بروتينا وان كانت اقل من مائة فهي بيتايد . ولكن سلاسل اقصر قد تعتبر في بعض الاحيان من البروتينات كالانسولين مثلا (٥١ حامض اميني) .

البروتين
PROTEIN

ان البروتين ضروري في القوت للنمو ولاصلاح الانسجة ، ويتكون

بروتين الجسم من سلاسل طويلة تحتوي على مئات الاحماض الامينية . ويستعمل الجسم عشرين حامضا امينيا فقط لتكوين جزيئة البروتين ولذا فان كلا من هذه الاحماض الامينية العشرين تستعمل عدة مرات .

والحوامض الامينية العشرين هي :ـ

الانين **Alanine**

ارجينين **Argenine**

اسباراكين **Asparagine**

حمض الاسبارتيك **Aspartic Acid**

سيستايين **Cysteine**

حمض الكلوتاميك **Glutamic Acid**

كلوتامين **Glutamine**

كلايسين **Glycine**

هيستيدين **Histidine**

* ايزوليوسين **Isoleucine**

* ليوسين **Leucine**

* لايزين **Lysine**

* ميثايونين **Methionine**

* فينيل الانين **Phenyl Alanine**

برولين **Proline**

سيرين **Serine**

* ثريونين **Threonine**

* تريبتوفان **Treptophan**

تايروزين **Tyrosine**

* فالين **Valine**

وعلى الرغم من انه يستخدم عشرون حامضا امينيا في تكوين بروتين الجسم ، فان ثمانية فقط من هذه الحوامض الامينية يجب توفرها في الغذاء البروتيني . وهي المعلمة بالاشارة (*) واذا ما توفرت هذه الاحماض الامينية الثمانية في القوت ، فان الكبد يستطيع تكوين بقية الاثني عشر حامضا امينيا .

وعلى الرغم من اطلاق كلمة الحامض على هذه المركبات ، فان معظم الاحماض الامينية هي مواد متعادلة والتي لا تجعل الـــدم حامضيا او قلويا . اما التي تشذ فهي :ـ

حامض الاسبارتيك وحامض الكلوتاميك وهما حامضان . والارجينين واللايزين والهيستيدين وهم قلوية . والبقية تحتوي على مجموعة واحدة من الكاربوكسيل الحامضي (−COOH) ومجاميع امينية قلويـــة ($-NH_2$) وتميل هذه المجاميع لمعادلة الواحدة الاخـــرى . ان

الميثايونين والسيستايين حامضان امينيان يحتويان على الكبريت ، وكما سنرى فيما بعد فان الكبريت الزائد في الميثايونين والسيستايين يتحول في الجسم الى حمض الكبريتيك . ويبرز حمض الكبريتيك بواسطة الكليتين حيث يظهر في البول (بشكل داريء) . واذا لم تستطع الكليتان من ابراز حمض الكبريتيك هذا كما في قصور الكلية تحدث حالة حموضة الـدم الا اذا اخفض ماخوذ البروتين تخفيضا كبيرا

هضم الطعام البروتيني :

يطلق على العملية التي يتم بها الحصول على الاحماض الامينية من الطعام البروتيني بهضم البروتين انا نستطيع اكل العشرين حامضا امينيا على شكل مواد كيمياوية ، ولكننا بدلا من ذلك نبحث عن بعض الحيوانات او النباتات التي سبق وان استعملت هذه الاحماض الامينية لتكوين بروتينيا ، فناكل لحم ذلك الحيوان او جزءا من ذلك النبات .

يبدأ هظم البروتين في المعدة حيث تبدأ خميرة البيسين بوجـــود حمض الهيدروكلوريك في تحطيم طعام البروتين وتحويله الى جزيئات ذات سلاسل اقصر هي البيتايدات ثم يمر الغذاء الى المفج (الاثني عشر) حيث يتلامس مع عصارة البنكرياس والتي تحتوي على خميرتي التريبسين والكيموتريبسين . وتحطم هاتين الخميرتين السلاسل مرة اخرى وتحولها الى سلاسل اقصر من ذي قبل .

البيسين
طعام البروتين ⟵ سلاسل اقصر (المعدة)
المعـدة (بيتايدات)

التريبسين
⟵ سلاسل قصيرة جدا المفج (الاثنا عشر)
الكيموتريبسين
(الاثني عشر)

خمائر البيتايدات
⟵ احماض امينية (الامعاء الدقيقة)
الامعاء الدقيقة

ويتم الهضم في الامعاء الدقيقة حيث تؤثر مجموعة من خمائـــر البيتايدات تعرف بالايريبسين (Erepsin) لاكمال تحطيمها وتحويلها الى احماض امينية وفي الامعاء الدقيقة فان بعض خمائر البيتايدات تزيل الاحماض الامينية من نهاية واحدة من سلسلة البيتايد بينما بعض خمائر البيتايدات الاخرى تؤثر على مركز السلسلة او نهايتها الاخرى . وتحتوي احدى نهايتي سلسلة البيتايد على مجموعة امينية حـــرة ($-NH_2$) • بينما تحتوي النهاية الاخرى على مجموعة كاربوكسيـل حـــرة ($-COOH$) • ولذا فتسمى خمائر البيتايدات التي تؤثر على النهاية الامينية بخمائر البيتايدات الامينية (Amino Peptidases) بينما تسمى خمائر البيتايدات والتي تؤثر على النهاية الاخرى بخمائـر البيتايدات الكاربوكسيلية (Carboxypeptidases) ، الايريبسين هي خليط من هذه ومن خمائر البيتايدات المشابهة .

الاحماض الامينية للنمو ولاصلاح الانسجة :

في الوقت الذي يتم فيه تأثير البيسين في المعدة ، والتريبسين والكيموتريبسين من عصارة البنكرياس وخمائر البيتايدات في الامعاء الدقيقة ، فان الطعام البروتيني يكون قد تحطم وتحـــول الى احماض امينية مفردة جاهزة للامتصاص فعصارة بروتين اللحم او البيض او الحليب تكون قد تحولت جميعها الى نفس العشرين حامضا امينيا وتمتص هذه الاحماض الامينية من قبل الدم في الامعاء الدقيقة حيث تدور في الدم . ولذا فان قطرة من الدم من وخزة في الاصبع ستحتوي في البلازما على الاحماض الامينية العشرين التي سبـــق وان امتصت من وجبة الطعام السابقة

وتدور هذه الاحماض الامينية في الدم وكل خليـــــة في الجســم تستخلص حاجتها من الاحماض الامينية من الدم للنمـــو وللاصـــلاح (شكل ٩٢)

اذا ما جرح الجلد ، فان خلاياه ستكون خلايا جديدة لسد فجوة الجرح . وتأخذ الخلايا في كلى جانبي الجرح الاحماض الامينية وتجمعها سوية بالتنظيم الصحيح لتشكيل بروتين الجلد وبنفس الوقت فان خلايا نخاع العظم مثلا تأخذ نفس الاحماض الامينية وتجمعها سويـــة لتكوين خلايا الدم وان نمو الجسم يعتمد على نفس الاحماض الامينية من الطعام البروتيني المأكول .

وعند تنظيم القوت فانه من الضروري التأكد من وجود الاحماض الامينية الاساسية الثمانية في بروتين القوت والا فان النمو واصـــلاح الانسجة سيضعف

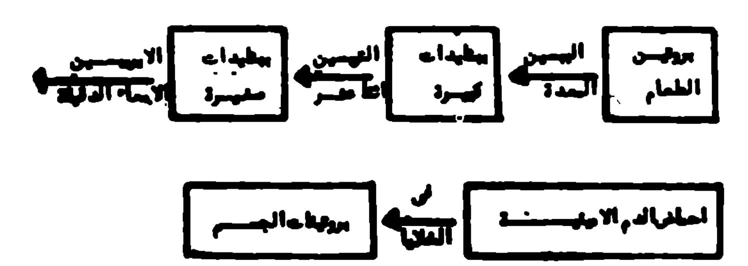
ان جميع بروتينات المصادر الحيوانية (اللحم ، السمك ، الحليب الخ) تحتوي على الاحماض الامينية الاساسية الثمانية ولكن البروتينات المأخوذة من المصادر النباتية قد تكون نسبيا ناقصة واحدا او اكثر من الاحماض الامينية الاساسية فمثلا ينقص اللايزين نسبيا في طحين الحنطة بينما يكون بروتين الذرة ناقصا نسبيا للتريبتوفان والتايروزين . ولذا فان الخبز وطعام الحبوب المشتق من الذرة قد تنقصه الاحماض الامينية الاساسية . ومن ناحية اخرى ، فان الحليب يحتوي على جميع الاحماض الامينية الاساسية ، ولذا فان وجبة الحليب ستجهز الجسم بجميع الاحماض الامينية .

وبالامكان تجهيز كل الاحماض الامينية من المصادر النباتية فيوجد في الواقع ملايين الاشخاص الذين يعيشون على قوت نباتي فقط . فالرز مثلا يحتوي على جميع الاحماض الامينية الاساسية ، ولذا فانه بالامكان العيش على الرز والماء .

ان الجزء النامي من النبات يحتوي عادة على الاحماض الامينية الاساسية الثمانية . ولذلك فان هنالك قاعدة بسيطة تضمن ان القوت النباتي يحتوي على الاحماض الامينية الاساسية وذلك بالتأكد من ان الطعام النباتي المأكول يحتوي على تلك الاجزاء التي يتكاثر بها فان البازلاء ستنمو اذا ما زرعت وكذلك الفاصوليا والجوز والعدس وهذه كلها بروتينات من الدرجة الاولى التي تجهز الاحماض الامينية الاساسية الثمانية . ان وجبة طعام من فول الصويا **(Soya Bean)** تشكل اضافة قيمة لقوت من الرز .

السيليلوز لا يمكن هضمه :

تتحدد عملية الهضم في الانسان بحقيقة انه لا يستطيع هضم السيليلوز . والسيليلوز مادة شائعة في المملكة النباتية حيث تكون هيكل



شكل -٩٢- ان غذاء البروتين يتحطم بعملية الهضم الى الاحماض الامينية والتي تدور في الدم وتستعمل من قبل الخلايا لبناء بروتينات الجسم .

النبات . ولذلك فان كثيرا من البروتينات والكاربوهيدرات المتكونة بفعل اشعة الشمس على النباتات مهياة للانسان مباشرة .

ان اوراق هذا الكتاب هي شكل من اشكال السيليلوز وانها تحتوي في تركيبها الكيمياوي على نفس كمية الكلوكوز التي يحويها النشاء ولكن على الرغم من ذلك فان الورق لا يمكن هضمه بسبب عدم وجود الخميرة سيلوليز (Cellulase) في القناة الهضمية .

تحتوي البطاطة على حبيبات من النشاء محاطة بغلاف من السيليلوز فاذا ما اكلت البطاطة نيئة فانها حتى لو مضغت جيدا فانها ستمر من القناة الهضمية وتظهر في البراز غير مهضومة ، ولذا فانه ليست للبطاطة النيئة اية قيمة غذائية . ومن جهة اخرى فانه اذا ما تم طبخ البطاطة ، فان غلاف السيليلوز سينفجر وستكون محتوياتها انذاك مهياة للهضم . وهذا مثل لطعام ليست له قيمة غذائية في الحالة النيئة لكنه يكون ذا قيمة غذائية عالية في الحالة المطبوخة .

مصادر البروتين :

بازدياد تعداد النفوس في العالم فانه تتكون مشكلة تتعلق بكيفية اطعام هذه النفوس الكثيرة فالاحماض الامينية تشتق من تأثير اشعة الشمس على النباتات ولذا فان جميع البروتينات منشؤها نباتي . وبسبب عدم وجود خميرة السيليلوز في القناة الهضمية للانسان ، فان اغلب بروتين النباتات يكون غير مهيأ للانسان مباشرة .

فبدلا من اكل الحشيش ، والذي قد يمر من القناة الهضمية دونما هضم ، فاننا نسمح للحيوان باكل هذا الحشيش وبعدها نأكل الحيوان او نشرب حليبه . فالبقرة تحتوي على خميرة السيليلوز في قناتها الهضمية وهي لذلك قادرة على استخلاص الاحماض الامينية والكاربوهيدراتية من الحشيش . ويحتوي حليب البقرة على البروتين المشتق من الاحماض الامينية للحشيش .

ان اشعة الشمس على سطح البحر تسبب نمو الهائمات (Plankton) والتي تأكلها الاسماك الصغيرة وهذه الاخيرة تأكلها الاسماك الاكبر منها واخيرا نأكل نحن هذه الاسماك الكبيرة كبروتين .

وانه سيكون لزاما في المستقبل غير البعيد ايجاد طريقة لتجاوز الوسيط الحيواني واستخلاص البروتين والكربوهيدرات مباشرة من المصادر النباتية .

وفي محاولة لحل مشكلة نقص البروتين ، فانه تم تركيب طعام

ركزات بروتينات نباتية كفول الصويا . وتم تحضير الياف بروتين تشابه بنية اللحم حيث انه بعد اضافة الاصباغ الضرورية والعطور ستكون معوضا مقبولا ومحتوى البروتين في هذا الطعام المصنع سيكون عاليا وان لم يكن اعلى من اللحم المراد تعويضه .

الهيموكلوبين الغير طبيعي بسبب خطأ في حامض اميني واحد :

ان ترتيب الاحماض الامينية لبروتين معين في بروتينات الجسم تكون عادة بشكل خاص . ولذا فان جلد شخص ما يختلف اختلافا بسيطا عن جلد شخص اخر . ولذلك فان عملية ترقيع الجلد سترفض .

ان بعض النواقص في تكوين البروتين تكون وراثية . فاذا ما اشترك الحامض الاميني فالين **(Valine)** في جزيئة الهيموكلوبين بـــدلا من حامض الكلوتاميك في موضع الحامض الاميني السادس لاحدى سلاسل البروتين ، فعلى الرغم من ان بقية الـ ١٣٩ حامضا امينيا تكون صحيحة ، فانه تنشأ حالة فقر الدم المنجلي **(Sickle-Cell Anaemia)** . وفي مثل هذه الحالة تأخذ الكريات الحمراء شكلا غير منتظم عندما يكون الهيموكلوبين في حالة الاختزال (اي لا يحمل الاوكسجين) ومن ثم تتحلل الكريات مسببة فقر الدم .

البروتين الزائد

SURPLUS PROTEIN

تكون كميات البروتين الماكولة في البلدان المتطورة اكثر مما يحتاجه الجسم للنمو ولاصلاح الانسجة ويستعمل البروتين الزائد للحرارة والطاقة .

وكما مر بنا سابقا ، تستحصل الحرارة والطاقة بطريقتين :ـ

١ ـ يتاكسد الكربون الموجود في الطعام مع اوكسجين الهـــواء لتكوين الحرارة والطاقة ويتكون ثاني اوكسيد الكربون كناتج فضلة .

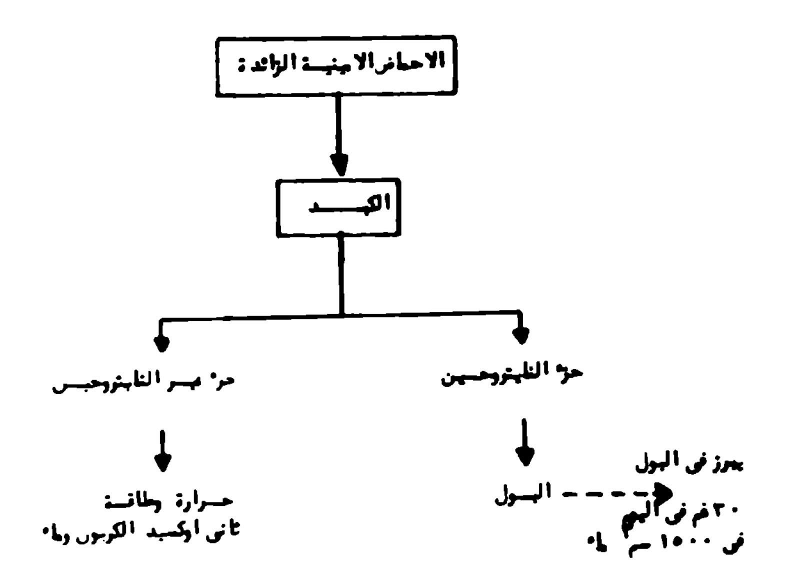
٢ ـ يتأكسد الهيدروجين الموجود في الطعام مع اوكسجين الهواء لاعطاء الحرارة والطاقة وتكوين الماء كناتج فضلة

ان البروتين الزائد يتحول الى ثاني اوكسيد الكربون والماء والحرارة والطاقة . ولكن الحوامض الامينية تحتوي على عنصر اخر اضافة للكربون والهيدروجين والاوكسجين . وهذا العنصر هو النايتروجــين . ويجب ابعاد النايتروجين وابرازه كناتج فضلة وفي الانسان فان النايتروجين يتحول الى اليوريا ، حيث تخرج عن طريق الكليتين مذابة في الماء كبول (شكل ٩٣)

يتكون يوميا حوالي ٣٠ غراما من اليوريا من البروتين الزائد من قوت اعتيادي . ولكن هذه الكمية قد تكون اكثر في حالة قوت ذو بروتين عالي. وفي مثل هذه الحالة يتطلب الامر حجما كبيرا من المـــاء لابراز الكميات الكبيرة من اليوريا المنتجة . وعليه فان حجم البول الناتج سيزداد بكميات ملحوظة .

ان ابعاد جزء النايتروجين من جزيئة الحامض الاميني يطلق عليه بالنزمنة (Deamination) . فيتحول النايتروجين اولا الى الامونيا وتتحول الامونيا في الكبد الى اليوريا .

(ملاحظة :ـ عند ترك البول مدة من الزمن ، فتكون فيه رائحـــة الامونيا وذلك لاعادة تحويل اليوريا الى امونيا بواسطة الخميرة يورياز (Urease) الموجودة في البكتريا) .



شكل ـ٩٣ـ تتنزمن الاحماض الامينية الزائدة عن متطلبات الجســـم للنمو ولاصلاح الانسجة . فيحول جزء النايتروجين الى اليوريا حيث يبرز في البول . اما جزء الكاربـــــون والهيدروجين فانه يستعمل للحرارة وللطاقة .

ويستمر تكوين الامونيا في حالة قصور الكبد ولكنها لا تتحول الى اليوريا . ولذلك تحدث حالة التسمم بالامونيا والتي تؤدي الى السبات (Coma) .

دورة كريبس لليوريا (Krebs Urea Cycle)

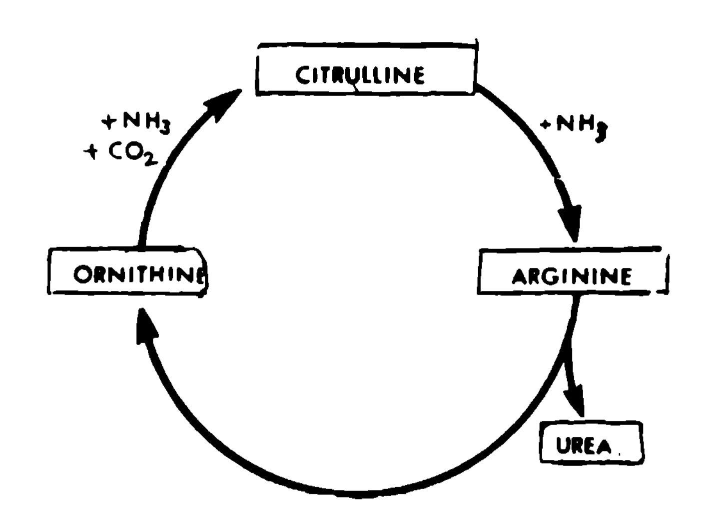
على الرغم من ان نزمنة وتكوين الامونيا يتم في جميع خلايا الجسم ، فان عملية تحويل الامونيا الى يوريا لا تحصل الا في الكبد . وتتم بسلسلة من الحوادث تعرف بدورة كريبس لليوريا (شكل ٩٤) والتفاعلات عموما هي :ـ

ثاني اوكسيد الكربون + امونيا ⟵ يوريا + ماء

اثناء النمو فان مقدار ما يؤخذ من النايتروجين يزيد على مقدار فقده (حيث انه يشترك في بروتينات الجسم) . ولكن عندما يتم النمو ، فان كمية النايتروجين المأخوذة من الطعام تكون مساوية لكمية النايتروجين المفقودة في البول ، بعد حساب المفقود بسبب تقشر البشرة والخلايا المطروحة في البراز وفي الشعر وفي الاظافر . الخ .

واي شخص يبرز كمية من النايتروجين في البول اكثر مما يحصل عليه من الاحماض الامينية للطعام ، يكون في توازن نايتروجيني سالب .

ان غراما واحدا من البروتين المستعمل للحرارة والطاقة ينتج اربع سعرات من الحرارة والطاقة . واذا ما استعمل بروتين الطعام للنمو ولاصلاح الانسجة ، فانه سوف لن يجهز اية سعرات .



شكل ـ٩٤ـ دورة كريبس لليوريا (مبسطة) . ان تكون اليوريا يتم في الكبد فقط .

الكربوهيدرات

CARBOHYDRATE

ان اصطلاح الكربوهيدرات يطلق لوصف النشويات والسكريات التي تؤكل لتجهيز الجسم بالحرارة والطاقة وهي مركبات تحتوي على الكربون والهيدروجين والاوكسجين فقط . ويعطي غراما واحدا من الكربوهيدرات اربع سعرات من الحرارة والطاقة .

هضم الكربوهيدرات :

بعملية الهضم ، يتحطم النشاء ويتحول الى المالتوز ومن ثم الى الكلوكوز . فالخميرة امايليز (**Amylase**) التي تحطم النشاء وتحوله الى مالتوز توجد في اللعاب وفي عصارة البنكرياس . وتؤثر خميرة الامايليز اللعابية لوقت قصير فقط لان الطعام سرعان ما يبتلع ، وعند وصوله الى المعدة فان حمض الهيدروكلوريك ينفذ الى داخل اللقمة ويجعلها حامضة لدرجة لا تستطيع معها الامايليز اللعابية الاستمرار في تأثيرها . فتوقف عندئذ هضم النشاء ، ولا يبدأ مرة اخرى حتى يصل الطعام الى المفج (الاثنا عشر) وهنا فان عصارة البنكرياس التي تدخل المفج عن طريق قناة البنكرياس تتم التحطيم والتحويل الى المالتوز . ويتم تحطيم المالتوز وتحويله الى الكلوكوز بواسطةالخميرة مالتيز الموجودة فيعصارة البنكرياس وفي الامعاء الدقيقة ايضا . ومن الجائز ان يكون حصول تحطيم المالتوز وتحويله الى كلوكوز في الامعاء الدقيقة بواسطة المالتيز ، داخل الخلايا المكونة للزغابات (**Villi**) في الامعاء الدقيقة

يتحطم سكر القصب او البنجر (السوكروز) في الامعاء الدقيقة بواسطة الخميرة سوكريز (**Sucrase**) ويتحول الىالكلوكوز والفروكتوز. وان لجميع خلايا الجسم قابلية الاستفادة من الفروكتوز وتحويله الى الكلوكوز .

ان سكر الحليب (لاكتوز) يتحطم بواسطة الخميرة (لاكتيز (**Lactase**) ويتحول الى الكلوكوز والكالاكتوز (**Galactose**) في الامعاء الدقيقة ويتحول الكالاكتوز الى الكلوكوز بواسطة خلايا الكبد .

ان الكبد وحده هو الذي يستطيع تحويل هذا الكالاكتوز الى الكلوكوز وتستعمل هذه الحقيقة في فحص وظيفة الكبد . فيعطى الكالاكتوز ويلاحظ الوقت الذي يستغرقه كي يختفي من الدم وفي الشخص الطبيعي فان الوقت اللازم لاختفاء الكالاكتوز هو ١٥ دقيقة . ولكن في حالات مرض الكبد فأن الكالاكتوز قد يبقى في الدم حتى بعد ساعة

واحدة من الزمن .

وقد يولد بعض الاطفال بدون وجود الخميرة اللازمة لتحويل الكالاكتوز الى كلوكوز في الكبد . فيتجمع عندئذ الكالاكتوز في الدم فلا يمكن لخلايا الجسم الاستفادة منه . وهذه الحالة تؤدي الى زيادة سكر الحليب في الدم (Galactosaemia) ، وهذا خطأ ولادي في الايض يورث من الابوين بصفة متنحية اي ان الابوين لم تظهر عندهم هذه الحالة والاثار السمية لهذه الحالة قصور نمو الدماغ مما يسبب التخلف العقلي. ويظهر الكالاكتوز في البول حيث يمكن الكشف عليه . وان الطفل الذي بهذه الحالة يجب على الاقل في المراحل الاولى ، ان لا يأخذ اي حليب وان يغذى على قوت خاليا من اللاكتوز .

امايليز مالتيز

نشـــاء ⟵ مالتوز ⟵ كلوكوز

سوكريز

السوكروز ⟵ كلوكوز + فروكتوز

لاكتيز

لاكتوز ⟵ كلوكوز + كالاكتوز

بيلة الكيتون الفينولية ومرض بول عصير القبقب

PHENYLKETONURIA AND MAPLE SYRUP URINE DISEASE

ان بيلة الكيتون الفينولية ومرض بول شراب القبقب هما مرضان ولاديان اخران لخطأ في الايض يوجدان في الاطفال حيث يسببان بعض التغيرات العقلية ان لم يعالجوا والنقص الوراثي لهذه الحالة هو عدم قابلية الجسم للتصرف لا بزائد الكالاكتوز بل بزائد الحوامض الامينية .

ففي حالة بيلة الكيتون الفينولية ، فان الحامض الاميني فينيل الانين يتجمع في الدم مسببا اثارا سامة وتبرز الكلية الفينيل الانين كمشتق (فينيل ـ كيتون) وهذه المادة هي المادة التي يكشف عنها في البول .

وفي حالة مرض بول عصير القبقب ، فان الاحماض الامينية ليوسين، والايزوليوسين ، والفالين هي التي تتجمع في الجسم مسببة تغيرات عقلية حادة . وان مشتقات هذه الاحماض الامينية في البول لها رائحة تشبه عصير القبقب ومن هنا جاءت تسمية المرض .

وفي كلتا الحالتين فيجب تحديد مأخوذ البروتين حتى لا يكون هناك زائدا من اي من الاحماض الامينية المعنية وكبديل فانه يمكن اعطاءه قوتا تركيبيا يحتوي على كميات معينة معلومة من كل حامض اميني .

عدم تحمل اللاكتوز (Lactose Intolerance)

في كثير من الاجناس البشرية الذين لم يعتادوا على تناول الحليب كعنصر من عناصر القوت ، فان مستوى اللاكتوز في الامعاء الدقيقة سينخفض بعد سنة ونصف من العمر ويختفي نهائيا عند البلوغ . وعند اعطاء الحليب لمثل هذا الشخص ، فان الكلاكتوز سيبقى بصورة غير مهضومة وغير ممتص في المعي وهذا يسبب احتباس الماء في الامعاء . بسبب فعله التناضحي وهذا مضافا اليه تكون ثاني اوكسيد الكربون بفعل البكتريا ، فانه يؤدي الى اضطراب في الامعاء .

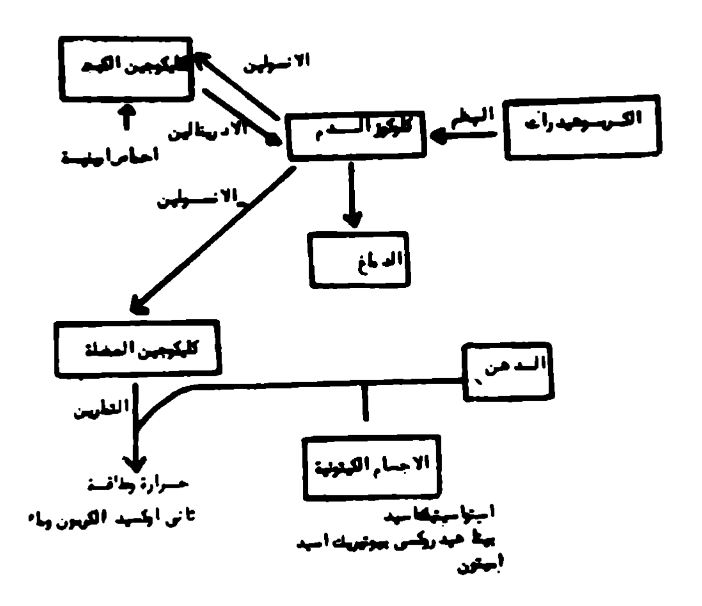
العمليات الايضية المشتركة في انتاج الحرارة والطاقة

سبق وان ذكرنا ان عملية هضم طعام الكربوهيدرات ينتج عنها دخول الكلوكوز الى الدم وان كلوكوز الدم يحافظ عليه في مستوى ٦٠ــ١٠٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم٣ من الدم وهذا المستوى ضروري جدا لوظائف الدماغ حيث ان خلايا الدماغ تستعمل الكلوكوز كطعام لها

واذا ما هبط مستوى الكلوكوز الى ٤٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم٣ من الدم ، فان وظائف الدماغ ستتوقف عندئذ ويدخل الشخص في سبات نقص سكرية الدم (Hypoglycaemic Coma) .

وعندما تدخل كميات كبيرة من الكلوكوز الى الدم من القناة الهضمية فأن الزائد منه يتحول الى كلايكوجين الكبد (شكل ٩٥) وهذا التحول يساعده تحرير هورمون الانسولين الى الدم من البنكرياس . وعندما يراد ادامة مستوى كلوكوز الدم ، فان كلايكوجين الكبد يحول مرة اخرى الى الكلوكوز وتسهل في عملية هذا التحويل الاخير هورمونات الادرينالين من لب الكظر والكلوكاكون (Glucagon) من البنكرياس

ويمكن تكوين كلايكوجين الكبد من مصادر غير كاربوهيدراتية ، اي من نزمنة الاحماض الامينية ومن الدهون وتسمى هذه العملية بتكون الكلوكوز الشاذ (Neoglucogenesis) واذا ما تم تناول كميات كبيرة من الكربوهيدرات بحيث اصبح مخزن كلايكوجين الكبد ملآنا ، فعند ذلك يتحول زائد كلوكوز الدم الى دهن . حيث يودع في مستودعات الدهن في الجسم كالانسجة المشحمة (Adipose Tissue) تحت الجلد وفي ظهر البطن .



شكل ـ٩٥ـ مخطط يبين كيفية الاستفادة من الكربوهيدرات والدهن .

كلايكوجين العضلة :

يتحول كلوكوز الدم بمساعدة الانسولين الى كلايكوجين العضلة ويعطي كلايكوجين العضلة مصدرا للحرارة والطاقة للفعالية العضلية . وعند الحاجة فانه يتحطم ويتحول الى ثاني اوكسيد الكربون والماء والحرارة والطاقة

ويختلف كلايكوجين العضلة عن كلايكوجين الكبد بكونه غير مستعد لادامة مستوى كلوكوز الدم .

ان تحطم كلايكوجين العضلة لتكوين الحرارة والطاقة يتم في مرحلتين ففي المرحلة الاولى يتحطم كلايكوجين العضلة ويتحول الى حامض البيروفيك **(Pyruvic Acid)** (ويحتوي على ثلاث ذرات من الكربون) واذا كان هنالك تجهيز كاف من الاوكسجين فان حامض البيروفيك يتحطم بدلا من ذلك الى حامض اللاكتيك . وهذا ما يمكن من تكوين كمية اخرى من حامض البيروفيك . ان انتاج الحرارة والطاقة مع تكوين حامض اللاكتيك والذي يحدث بمعزل عن الاوكسجين يسمى بالايض اللاهوائي **(Anaerobic Metabolism)** ويقال للجسم بانه كون حالة (دين الاوكسجين **(Oxygen Debt)** ودين الاوكسجين يجب ان يعاد دفعه ولذا فانه من الممكن ركض مسافة مائة ياردة بدون

تنفس . حيث ان الطاقة اللازمة ستأتي من حمض اللاكتيك . وبعد انتهاء التمرين فان الشخص يبدأ بالتنفس بعمق وبسرعة للدقائق القليلة التالية وذلك لاخذ الاوكسجين وتعويض دين الاوكسجين . ان حوالي خمس حمض اللاكتيك المتكون يتحول الى ثاني اوكسيد الكربون والماء عندما يكون الاوكسجين متوفرا ، اما بقية الاربعة اخماس الباقية فانها تتحول مرة اخرى الى كلايكوجين العضلة لاعادة استعماله في مناسبة اخرى .

الايض الهوائي (Aerobic Metabolism)

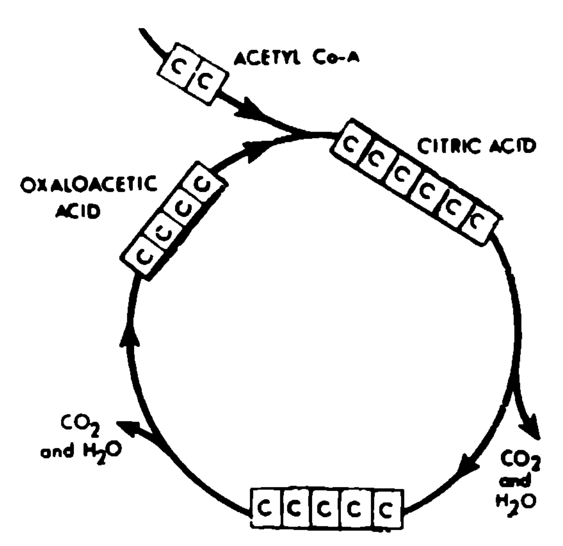
اما اذا توفر الاوكسجين ، فان حمض البيروفيك يتحول اولا الى شكل فعال من حمض الخلي هو (اسيتيل كو ـ اى (Acetyl co-A) والذي يحوي على ذرتين من الكربون ويدخل هذا الااسيتيل كو ـ اى (Acetyl co-A) دورة كربس لحمض الستريك (Krebs Citric Acid Cycle) (شكل ٩٦) فيتحد حمض من اربع ذرات من الكاربون (اوكسالو حمض الخلي (Oxaloacetic Acid) مع حامض من ذرتين من الكاربون (اسيتيل ـ كو ـ اى (Acetyl co-A) مكونا حمض الستريك ذو ست ذرات من الكربون . وبعدها يصبح حمضا من خمسة ذرات من الكربون مع تكوين ثاني اوكسيد الكربون والماء ، واخيرا يصبح اوكسالو حمض الخلي مرة اخرى (اربع ذرات من الكربون) مع تكوين ثاني اوكسيد الكربون والماء . ويكون بعد ذلك اوكسالو حمض الخلي جاهزا لاكسدة كمية اخرى من الاسيتيل كو ـ اى . ويطلق على مثل هذا التعاقب في الحوادث بالدورة .

ثالث فوسفات الادينوسين

ADENOSINE TRIPHOSPHATE (ATP)

ان الطاقة الناتجة من اكسدة الكلايكوجين الى ثاني اوكسيد الكربون والماء تستعمل اولا لتكوين المركب الغني بالطاقة ثالث فوسفات الادينوسين (ATP) .

وعندما يحتاج اليه للتقلص العضلي وللتفاعلات الكيمياوية مثل تكوين البروتينات ، فان الطاقة المخزونة في ثالث فوسفات الادينوسين تتحرر بينما يتحول الى ثاني فوسفات الادينوسين (Adenosine Diphosphate) (ADP)



شكل ـ٩٦ـ دورة كريبس لحمض الستريك (مبسطة) . تحويـــل الاسيتيل كو ـ اى (ACETYL CO-A) الى ثاني اوكسيد الكربون والماء مع تحرير الحرارة والطاقة . ان كـــل مستطيل يحتوي على الحرف (C) يمثل ذرة من الكربون .

الدهـــــون

FATS

الدهون مركبات تحتوي على الكربون والهيدروجين مع قليل من الاوكسجين وهي شكل مركز جدا للطعام . اذ ان غراما واحدا من الدهن يعطي تسعة سعرات من الحرارة والطاقة .

ان الدهون مركبات للكليسرول (الكليسرين) مع ثلاث احماض دهنية (شكل ٩٧) هي الكليسريدات الثلاثية **(Triglycerides)**

ولا تذوب الدهون في الماء ، وان هظم الدهن هو عملية تحويل الحالة الفيزياوية للدهن وجعله قابلا للمزج مع الماء . ويتم استحلاب الدهن في العفج (الاثنا عشر) والامعاء الدقيقة بالفعل المشترك لاملاح الصفراء وليبيز **(Lipase)** البنكرياس .

ان املاح الصفراء هي منظفات الجسم التي تمكن الدهن من المزج مع الماء اما اللايبيز فانها تقوم بشطر الدهن الى كليسرول وحمض دهني ولكن كمية قليلة فقط من الدهن المأكول يتم شطره بهذه الطريقة . فبعضها يزال منها واحد او اثنين من الاحماض الشحمية مكونة كليسريدات ثنائية وكليسريدات احادية **(Diglyceride or Monoglyceride)**

(شكل ٩٨) التي هي اكثر ذوبانا في الماء من الدهن الاصلي . وهـــذه الكليـــريدات تمتص فيمجرى الدمولذهب الىالكبد من خلال الوريد البابي (Portal Vein) •اما اغلب الدهن المستحلب فانه يمتص لا الى الدم ولكن الى اللمفي . فتذهب الى قناة الصدر وتدخل الاوردة الكبيرة في الرقبة على شكل قطرات دهنية .

ان مظهر الحليب الخاص هو بسبب تكونه من قطرات دهنية في الماء ومحتوى اللمفي المعوي له نفس المظهر الحليبي ولذا فتدعى الاوعيـــة اللمفية باللاكتيلات (Lactaels) .

وحيث ان الدهن لم يمر باي تغير كيمياوي ، فان الدهن الداخل الى مجرى الدم من قناة الصدر سيكون نفس الدهن المأكول . ولذا فان الدم بعد وجبة طعام دهنية قد يحتوي على قطرات الزبد الدهنية او قطرات الماركرين الدهنية او قطرات زيت الزيتون حسب نوع الدهن المأكول . فتحول الدهون الى دهن الجسم بواسطة الكبد وتخزن في الخلايا المشحمة للجسم وفي درجة حرارة الجسم فان هذه الدهون تـــكون سائلـة (والاصح تسميتها زيوت) . وعند الحاجة فان الدهن يتحطم ويتحول الى الكليسرول واحماض دهنية بواسطة اللايبيز في الانسجـــة ومن ثم تستعمل من قبل خلايا الجسم للحرارة والطاقة .

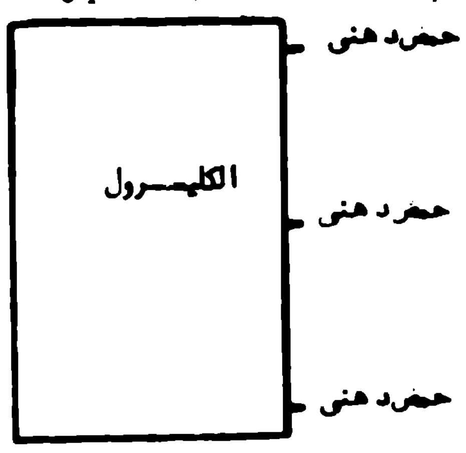
ايض الدهن :

بشرط ان تكون عملية ايض الكاربوهيدرات جارية ، فـــان الدهن الذي تحطم وتحـــول الى الاسيتيـــل كو ــ اى (Acetyl co-A) سيدخل دورة كريبس (شكل ٩٦) . وعلى كل ، فان الدهون غير قادرة على تكوين الاوكسالو حمض الخلي ، واذا لـــم تـــكن عمليـــة ايض الكاربوهيدرات جارية ، لذا فان الاسيتيل كو ــ اى من الدهون سوف لن يستعمل . وبدلا من ذلك فان احماض الخلي ستجتمع مزدوجة لتكون حمض الاسيتو الخلي وان قسما من حمض الاسيتو الخلي ، يتحول الى حمض بيتا هيدروكسيبيوتيريك (Beta-Hydroxybutyric Acid) والاسيتون . وتسمى هذه المواد الثلاثة بالاجسام الكيتونية .

حالة تكون الاجسام الكيتونية (Ketosis) :

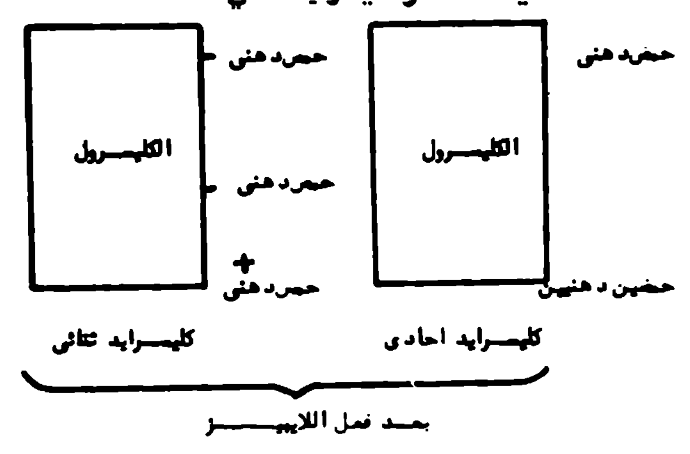
وعلى ذلك فاذا تم ايض الدهن دون توافق في ايض الكاربوهيدرات فان الاجسام الكيتونية تتجمع في الدم مسببة حالة تكون الاجســـام الكيتونية وتكون هذه الاجسام سامة للدماغ ، واذا ما وصلـــت الى مستوى عال في الدم فانها تؤدي الى حالة سبات الاجسام الكيتونيـــة (Ketotic Coma) .

تحصل حالة تكون الاجسام الكيتونية عند تناول كميات كبيرة من الدهن بدون كميات مناسبة من الكربوهيدرات وهي تميل ايضا للحدوث في حالات السغب (Starvation) عندما يكون هنالك نقص في قوت



الدهن (كليسرايد ثلاثي)

شكل -٩٧- ان الدهن المتعادل هو مركب من الكليسرول وثلاث احماض دهنية . اذ هو كليسرايد ثلاثي .



شكل -٩٨- ان الخميرة لايبيز تفصل واحدا او اكثر من الاحماض الدهنية من الدهن . فاذا ما بقي حمضين دهنيين فان الناتج هو كليسرايد ثنائي . واذا ما بقي حمضا دهنيا واحدا فالمركب الناتج يكون كليسرايد احادي (واذا لم يبقى شيء فان المركب هو الكليسرول) .

الكربوهيدرات وان الجسم يستخدم دهنه .

داء السكري (Diabetes Mellitus) :

ان اكثر اشكال تكون الاجسام الكيتونية حدة تظهر في داء السكري. ففي هذه الحالة فان البنكرياس لا ينتج كمية كافية من الانسولين وذلك لكي يسمح لكمية كافية من الكلوكوز بالدخول الى الخلايا . وينقص تكوين كلايكوجين العضلة وكذلك يحدث نقص في ايض الكربوهيدرات ، ونتيجة لذلك فان كمية كبيرة من كلوكوز الدم سوف لن تستعمل وبذلك يزداد مستوى الكلوكوز في الدم .

وكما سنرى فيما بعد فان مستوى الكلوكوز في الدم اذا ما زاد عن ١٨٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم٣ من الدم فان نبيبات (Tubules) الكلية ستكون غير قادرة على اعادة امتصاص الكلوكوز ويظهر لذلك الكلوكوز في البول . ويبرز الماء ايضا مع هذا الكلوكوز ويصبح الشخص عطشانا . اذ يتبول حجوما كبيرة من الدم وقد يصبح ناكزا (Dehydrated) وقد جاءت تسمية البول السكري منذ الوقت الذي كان يجري فيه فحص البول بالتذوق ، حيث يكون مذاقه في هذه الحالة خلوا .

ان اضطراب ايض الدهن هو الذي يؤدي في النهاية بمريض البول السكري غير المعالج الى حالة السبات وحيث انه لا تجري عملية ايض الكربوهيدرات ، فأن الدهن سوف لن يستعمل ايضا وسيتحول لا الى ثاني اوكسيد الكربون والماء ، بل الى الاجسام الكيتونية . وكما رأينا فان هذا قد يؤدي الى سبات الاجسام الكيتونية (السكري)

فحص تحمل الكلوكوز (Glucose Tolerance Test)

ان المريض الذي يشك في انه مصاب بداء السكري يعطى عادة فحص تحمل الكلوكوز . وكما يبين الاسم ، فان هذا فحص لرؤية ما اذا كان المريض يتحمل تناول الكلوكوز (عادة ٥٠ غرام) بدون ان يرتفع مستوى الكلوكوز في الدم عاليا او ان يظهر الكلوكوز في البول وتؤخذ نماذج من الدم عند اعطاء الكلوكوز وبعدها بفترات لمدة ساعتين ونصف . ويحفظ الدم في انبوب يحتوي على الفلورايد كمضاد للتخثر وسوف لن يكون هذا فلورايد الكالسيوم غير الذائب فقط ومن ثم يزيل ايونات الكالسيوم ، بل انه يسمم ايضا الخمائر التي تسبب استعمال الكلوكوز عند الانتظار للتحليل .

وتفرغ المثانة بعد ساعة وساعتين ويفحص الكلوكوز في البول .

ان تحمل البريدنيزون (Prednisone Tolerance)

هو فحص مشابه ولكنه يبنى على حقيقة ان قشريات الكظر تعاكس فعل الانسولين وتحول ايض الجسم من استعمال الكربوهيدرات الى استعمال البروتين . وحيث ان استفادة الخلايا من الكلوكوز تهبط ، فان مستواه في الدم سيرتفع ، وفي مرضى السكري الكامن (Latent Diabetes) فان الكلوكوز قد يظهر في البول . ويستغرق هذا الفحص ١٨ ساعة .

علاج البول السكري :

يعالج مريض البول السكري بحقن الانسولين والتي تنظم لتوافق مقدار المأخوذ من الكربوهيدرات . وحيث انه ليس من السهل وزن كل وجبة غذاء ، وحساب محتوى الكاربوهيدرات فيها ثم حقن الكمية المناسبة من الانسولين ، فان مريض البول السكري يدام عادة على قوت خاص ويحقن بكمية ثابتة من الانسولين كل يوم .

ان الانسولين (بيتايد من ٥١ حمض اميني) يعطي على شكل حقن تحت الجلد . وهو يتحطم ان اخذ عن طريق الفم بواسطة الخمائر الهضمية ويتحول الى مكونات من الاحماض الامينية . وعلى الرغم من انه تم تكوين الانسولين كيمياويا ، فان الانسولين يستخلص من بنكرياس الحيوانات ويمتص الانسولين الذائب بصورة اسرع ويمكن تاخير هذه السرعة وذلك باتحاد الانسولين مع بروتين مثل البروتامين (كما في انسولين بروتامين الزنك (Protamine Zinc Insulin) • ويستعمل عادة خليط من اشكال سريعة الامتصاص واخرى بطيئة الامتصاص وذلك لزيادة الوقت الذي تؤثر فيه حقنة الانسولين وتقليل عدد الحقن اليومية لاقل ما يمكن . واذا ما اخذت جرعة عالية من الانسولين ، او ان حقن الانسولين قد اخذت بدون اخذ الكاربوهيدرات ليوافقه ، فان الانسولين المحقن سيخفض من مستوى كلوكوز الدم ويذهب الشخص في سبات نقص الكلوكوز في الدم .

ولذلك فان مريض داء السكري يكون بين نوعين من السبات، سبات تكوين الاجسام الكيتونية عندما تكون الكميات المأخوذة من الانسولين غير كافية ، وسبات نقص الكلوكوز في الدم عندما تؤخذ كميات كبيرة من الانسولين . ويجهز مرضى داء السكري بوسائل تعينهم من تحليل بولهم بانفسهم . وحيث ان تكوين الاجسام الكيتونية تحدث ببطء اكثر من نقص الكلوكوز في الدم ، لذا فان كلوكوز الدم يحفظ عادة في مستوى اعلى من الطبيعي ويسمح لشيء من الكلوكوز بالظهور في البول .

ادوية مضادات داء السكري الفمية :

ان بعض مركبات السلفوناميدات (مشتقات السلفونيل يوريا (Sulphonylurea) قد وجدت بانها تخفض من مستوى الكلوكوز في

الدم ومن المحتمل انها تؤثر بتنبيه البنكرياس ليحرر الانسولين وبذلك يرفع من مستوى الانسولين في الدم وهذه المركبات مثل (تولبوتاميد (Tolbutamide) و (الكلوربروباميد (Chlorpropamide) وحديثا (كلايبنز سايكلاميد (Glybenzcyclamide) وحيث ان هذه الادوية مؤثرة عن طريق الفم فانها تمكن بعض مرضى داء السكري بالعلاج دون الحاجة لحقن الانسولين

١٢ ـ المتطلبات الغذائية

NUTRITIONAL REQUIRMENTS

على القوت ان يجهز الجسم يوميا بما ياتي :ـ

١ ـ كمية كافية من السعرات والحوامض الامينية
٢ ـ الفيتامينات
٣ ـ الاملاح المعدنية
٤ ـ الماء

السعرات والحوامض الامينية

يعبر عن متطلبات الجسم من الحرارة والطاقة بالسعرات (Calories) ونكتب هذه بحرف (C) كبير وتسمى سعرة كبيرة وتساوي لكمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة لتر واحد الماء (كيلو غرام واحد) درجة مئوية واحدة وتساوي هذه ١٠٠٠ سعرة صغيرة ونكتب هذه بحرف (C) صغير وتسمى سعرة صغيرة والتي هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غراما واحدا من الماء درجة مئوية واحدة .

وليست السعرة شائعة في حياتنا اليومية ولذا فانه من المفيد ان نتذكر بان سعرة واحدة كبيرة تساوي واحد واط / ساعة . وان الف سعرة كبيرة تساوي تقريبا كيلو واط واحد / ساعة . (وعلى وجه الدقة فان ٨٦٠ سعرة كبيرة تساوي كيلو واط / ساعة وان سعرة واحدة كبيرة تساوي ٤١٨٦ جول اي ٤ر٢ كيلو جول)

وعلى ذلك اذا ما كان عشرة اشخاص في غرفة وكل واحد منهم يعطي مائة سعرة كبيرة من الحرارة في الساعة ، فان الغرفة ستستلم تقريبا نفس كمية الحرارة المعطاة من قبل مدفاة كهربائية ذات كيلو واط واحد . وانه لهذا السبب تزداد الحرارة في الغرفة اذا ما شغلت بعدد كبير من الاشخاص ولم توجد هناك تهوية كافية .

تعيين متطلبات الطاقة :

يمكن تعيين مجموع متطلبات السعرات لشخص وذلك بقياس الحرارة المعطاة في ٢٤ ساعة . ولا تستعمل هذه الطريقة غالبا لانها تقتضي وضع الشخص في جهاز قياس سعرات التنفس والتي هي بشكل غرفة يمضي الشخص فيها فترة طويلة من الوقت وتقاس بواسطتها الحرارة الناتجة .

ان متطلبات السعرات تقاس عادة بطريقة غير مباشرة . فقد وجد ان كل لتر من الاوكسجين الداخل الى الجسم ينتج خمسة سعرات كبيرة من الحرارة والطاقة . ولذلك فانه من المهم فقط قياس كمية الاوكسجين المأخوذ بالدقيقة وتعين كمية الاوكسجين المأخوذ بالدقيقة وذلك بجعل الشخص يتنفس في جهاز قياس التنفس وملاحظة السرعة التي يؤخذ بها الاوكسجين . ويمتص ثاني اوكسيد الكربون الناتج بواسطة الجير الحي .

وهناك طريقة اخرى لتعيين كمية الاوكسجين المأخوذة بالدقيقة الواحدة باستعمال حقيبة دوكلاس لجمع هواء الزفير وحيث اننسبة الاوكسجين في هواء الغرفة المستنشق معلومة ، فلذا فان تعيين نسبة الاوكسجين في هواء الزفير وقياس حجم هواء الزفير بالدقيقة سيمكن من حساب كمية الاوكسجين المأخوذة .

مثال ذلك اذا ما احتوى الهواء المستنشق على ٢١٪ اوكسجين فيما احتوى هواء الزفير على ١٦٪ اوكسجين ، فان هناك انخفاض مقداره ٥٪ في تركيز الاوكسجين واذا كانت التهوية الرئوية تساوي خمسة التار بالدقيقة ، فان الاوكسجين المستهلك سيكون ٥٪ من الخمسة التار والذي يساوي الى ٢٥٠ سم٣ بالدقيقة .

وان استعمال ١٠٠٠ سم٣ بالدقيقة ينتج ٥ سعرات من الحرارة والطاقة . اذن فان ٢٥٠ سم٣ بالدقيقة تعادل $\frac{٥ \times ٢٥٠}{١٠٠٠}$ سعرة كبيرة وعليه فان السرعة الايضية

$$= \frac{١}{٤} \text{ سعرة كبيرة بالدقيقة}$$

$$= ٧٥ \text{ سعرة كبيرة بالساعة}$$

معدل الايض الاساسي

BASAL METABOLIC RATE

ان معدل الايض الاساسي هو المتطلبات السعرية في الظروف الاساسية . وهي حالة راحة عقلية وبدنية بعد مدة ١٢ ساعة من وجبة الطعام حيث يكون انذاك قد تم الهضم والامتصاص تعتمد المتطلبات السعرية الاساسية على حجم الشخص فالشخص الضخم يحتاج الى سعرات في الساعة الواحدة اكثر من الشخص الصغير ولكنه ظهر تجريبيا بان هذه المتطلبات السعرية لا تتناسب طرديا مع وزن الشخص

(كما يتوقع) ولكنها اقرب ما تتناسب مع المساحة السطحية للجلد (مساحة سطح الجلد)

ولهذا السبب ولاغراض المقارنة بين شخص واخر ، فان المتطلبات السعرية الاساسية عادة ما يعبر عنها لا بالسعرات بالساعة بل بالسعرات في كل متر مربع من مساحة سطح الجسم في الساعة وتعين مساحة سطح الجسم من الوزن والطول .

الطول		الوزن	
	٤٥كغم	٦٤كغم	٨٣كغم
١ر٥٢ متر	١ر٤	١ر٦	١ر٨
١ر٦٨ متر	١ر٥	١ر٧	١ر٩
١ر٨٣ متر	١ر٦	١ر٨	٢ر٠

جدول رقم ــ ٢ ــ

مساحة سطح الجسم بالامتار المربعة لاوزان واطوال مختلفة

ان المتطلبات الاساسية المحسوبة بهذه الطريقة هي ٤٠ سعرة كبيرة في المتر المربع في الساعة للرجل و٣٧ سعرة كبيرة في المتر المربع في الساعة للمراة .

ان مساحة سطح الجسم لشخص بالغ في الحالات الطبيعية تقع بين ١ر٤ و٢ مترا مربعا اي بمعدل تقريبي هو ١ر٨ مترا مربعا . وعليه فان ٤٠ سعرة في الساعة لشخص مساحته السطحية ١ر٨ مترا مربعا تبلغ ٧٢ سعرة كبيرة في الساعة او ١٧٠٠ سعرة كبيرة في اليوم .

ان معدلات الايض العالية توجد في حالة الانسمام الدرقي (Thyrotoxicosis) بينما توجد معدلات الايض الواطئة في حالة الخزب المخاطي

المتطلبات السعرية في اليوم

CALORIE REQUIREMENTS PER DAY

لقد رأينا بان المتطلبات الاساسية لشخص مساحته السطحية ١ر٨ مترا مربعا هي ١٧٠٠ سعرة كبيرة في اليوم وهذا المعدل من الايض يساوي تقريبا للسعرات اللازمة خلال ساعات النوم الثمانية (٥٦٠ سعرة) وخلال ساعات اليقظة الستة عشر فانه تلزم سعرات اضافية للحركة . اذ يحتاج المرء الى ٢٠٠ سعرة اضافية في الساعة عند المشي ؛

ولا يحتاج الشخص لاية سعرات اضافية عن فعالية الدماغ

فاذا ما اضفنا ١٠٠٠ سعرة كبيرة لساعات اليقظة ، والبروتين (احماض امينية) ما يوازي الى ١٠٠ سعرة كبيرة للنمو ولاصلاح الانسجة، فان المجموع يكون ٢٨٠٠ سعرة كبيرة في اليوم

وحيث ان غراما واحدا من الكاربوهيدرات يعطى ٤ سعرات وان غراما واحدا من الدهن يعطي ٩ سعرات وان غراما واحدا من البروتين يعطي ٤ سعرات عند استعماله للحرارة والطاقة .

فان قوتا مثاليا يجب ان يحتوي على :ـ

٣٧٥ غراما من الكاربوهيدرات = ١٥٠٠ سعرة كبيرة
١٠٠ غراما من البروتين = ٤٠٠ سعرة كبيرة
١٠٠ غراما من الدهن = ٩٠٠ سعرة كبيرة

المجموع = ٢٨٠٠ سعرة كبيرة

ويجب ان لايغيب عن البال عند التخطيط لقوت بانه على الرغم من ان السكر هو كاربوهيدرات نقي ، فأن اللحم يحتوي على ٧٠٪ من الماء. وعليه فانه يحتوي على اقل من ٣٠٪ من البروتين . وتحتوي الزبدة على ٢٠٪ من الماء و٨٠٪ من الدهن .

السغب (Starvation)

اذا كان الطعام الماكول غير كاف ، فأن انسجة الجسم انذاك تستخدم لانتاج الحرارة والطاقة ويستنفد الكليكوجين من الكاربوهيدرات في الكبد خلال الاربعة والعشرين ساعة الاولى . وبعد ذلك يستعمل دهن الجسم وبروتينه للحرارة والطاقة ان زيادة استعمال الدهن وحده دونا لكاربوهيدرات سيؤدي الى تكوين الاجسام الكيتونية مما قد يسبب حالة تكون الاجسام الكيتونية (Ketosis) .

يتحطم بروتين النسيج وتستعمل الاحماض الامينية لتكوين الكليكوجين والكلوكوز واضافة لذلك ، فأن الاحماض الامينية من النسيج المتحطم تستعمل لادامة الكريتين (Creatine) في العضلات ويفقد يوميا حوالي ٢٪ من هذا الكريتين في البول على شكل كرتتينين (Creatinine) .

وتستعمل الاحماض الامينية ايضا لنمو الجلد ، واظافر الاصابع ، والشعر الخ والتي تكون لازالت مستمرة . ويحدث الموت في حوالي الاربعة اسابيع عندما يهبط وزن الشخص الى النصف تقريبا

سوء التغذية : (Malnutrition) :

ان الرضع والاطفال الذين يعيشون في المناطق الاستوائية على قوت غني بالنشاء ولكنه يفتقر الى الاحماض الامينية ، يعانون من سوء التغذية على الرغم من ان السعرات تكون كافية فعليهم تعابير وجه اشتياقية مشوهة بالافات الجلدية ، ويكون الوجه منتفخا بالخزب بسبب نقص بروتين البلازما . ويطلق على هذه الحالة اسم (Kwashiorkor) .

واذا كان القوت ينقصه النشاء ايضا والسعرات ، فان الحالة عندئذ تسمى بالوقد (Marasmus) وان انذاره (Prognosis) ضعيف جدا

وهناك علامات لنقص الفيتامين في هذه الحالات .

التغذية داخل الوريد : (Intravenous Feeding) :

ان المريض الذي لايستطيع تناول الطعام عن طريق الفم يمكن تغذيته عن طريق تسريب الكلوكوز والاحماض الامينية والدهن داخل الوريد وان ٥ ٪ من الكلوكوز يكون متساوي التناضح مع الدم ويكمن بذلك استعماله لسد حاجة الجسم من الكربوهيدرات ويمكن سد حاجة الجسم من البروتينات باعطاء خليط من الاحماض الامينية التي يحصل عليها من التحلل بالماء (Hydrolysis) للبروتين (الجبن (Casein) من حليب البقرة . وتسد حاجة الجسم للدهن من مستحلب فول الصويا او دهن بذر القطن . واضافة لذلك فانه من الضروري اضافة الاملاح المعدنية والفيتامينات .

ومن المعتاد اعطاء مستحلب الدهن بصورة منفصلة عن الكربوهيدرات والاحماض الامينية ، وباعطاء الهيبارين الذي يمكن من ازالة الدهن من الدم وانضمامه الى الخلايا .

الفيتامينات

VITAMINES

اظهر هوبكنز (Hopkins) بان الجرذان لاتستطيع البقاء حية على قوت من الكاربوهيدرات النقية والبروتين والدهن فقط . ولكنه اذا ما اضيفت كمية قلية من الحليب الطازج ، فان الحيوانات استطاعت البقاء حية . وقد افترض هوبكنز بأن عاملا غذائيا اضافيا كان ضروريا للنمو . ونحن نعلم الان بان هناك سلسلة من هذه المواد ويطلق عليها بالفيتامينات .

فيتامين (أ)

VITEMIN A

فيتامين (أ) مادة ذووبه في الدهن وتوجد في دهن الحليب (الزبد والقشطة) ولاتوجد في الدهون النباتية ولازيوت (زيت الزيتون ، زيت الكتان ، زيت الفول السوداني) ويضاف فيتامين (أ) الى الماركرين اثناء انتاجه من هذه الزيوت

ان الكاروتينات **(Carotenes)** التي توجد في الخضروات الخضراء ، والجزر تحتوي على جزيئتين من فيتامين (أ) مرتبطتين بعضهما . وتتحول هذه المواد الى جزئية واحدة من فيتامين (أ) في الجسم وهي بذلك تهيء مصدرا بديلا اهذا الفيتامين .

يمتص فيتامين (أ) مع الدهن في الوقت . ويحتاج لهذا الغرض املاح الصفراء **(Bile)** ولايبيز البنكرياس **(Pancreatic Lipase)** ويؤدي نقص فيتامين (أ) الى تغييرات في الظهارة **(Epithelium)** وتنكس **(Degenerate)** الغدد الدمعية والغدد اللعابية والغدد العرقية . وان تنكس الغدد الدمعية يؤدي الى جفاف في العينين والعمى (حالة جفاف المقلة **(Xerophthalmia)** .

وفيتامين (أ) ضروري لتكوين الارجوان البصري **(Visual Purple)** والذي هو صباغ يستعمل من قبل قضبان الشبكية للتكيف البصري في الظلام . ولذا فأن نقص فيتامين (أ) يؤدي الى عمى الليل . وان بداية هذه الحالة غالبا ما تكون العلامات الاولية لنقص هذا الفيتامين

فيتامين (ب) المركب

VITAMIN B COMPLEX

ان مجموعة فيتامين (ب) ذووبة في الماء . وكانت مكونات هذه المجموعة قد رقمت في الاصل ، ولكن لازالة اللبس فأن الاسماء غالبا ما تستعمل بدلا منها

ان كثيرا من فيتاميناب (ب) هذه مهمة لتكوين الخمائر **(Enzymes)** والتمائم الخميرية **(Co-Enzymes)** والمهمة في دورة كريبس لحمض الستريك وايض الكاربوهيدرات

الثيامين (الانيورين ـ فيتامين ب١)

THIAMINE (ANEURINE-VITAMIN B1)

يوجد الثيامين في الحبوب والخميرة . ونقصه يؤدي الى حالة البرى بــــرى (Beriberi) وهذا اضطراب في ايض الكاربوهيدرات يؤدي الى التهاب الاعصاب المتعددة (Polyneuritis) (وهو اضطراب في الاعصاب الحسية والحركية معا) والتي غالبا ما تكون مصحوبة بالخزب وقصور القلب .

حمض النيكوتينك (نياسين (Niacin) (Nicotinic Acid)

يوجد حمض النيكوتينيك في الكبد والكلية والخميرة . ويؤدي نقصه الى حدوث البلاكرا (Pellagra) • وهو تغييرات تحدث في الجلد تؤدي الى التهابه . والاسهال يكون شائعا ، ويتأثر الدماغ مما يؤدي الى الخبل (Dementia) ويشيع هذا المرض بين الصبيان والبالغين في السكان الذين تكون تغذيتهم فقيرة ، والذين يعيشون اساسا على الذرة . اما الرضع والاطفال الصغار فانها تؤدي بهم الى الكواشيركور (Kwashiorkor)

الريبوفلافين (ب٢)

RIBOFLAVIN (B2)

يوجد الريبوفلافين في الطحين الكامل واللحم والحليب ونقصه يؤدي الى التهاب اللســـان والى التهـــاب الجلـــد الزهمي (Seborrhoeic Dermatitis) • وتنمو الاوعية الدموية في قرنيـــة العين ويؤدي هذا مع التهاب العصب خلف المقلة (Retrobulbar) الى عيب في الرؤية .

السيانوكوبالامين ب١٢ حمض الفوليك

CYANOCOBALAMIN (B12) AND FOLIC ACID

ان هذين الفيتامينين يجمعان سوية لانهما اساسيان في تـــكوين الكريات الحمراء ان نقص فيتامين (ب١٢) يعود عادة الى قصور في الامتصاص المعوي بدلا من القصور بسبب الاخذ ونقصه يؤدي الى فقر الدم كبير الكرية من نوع فقر الدم الخبيث (Pernecious Anaemia)

وحامض الفوليك ضروري ايضا لتكوين كريات الدم الحمراء ، ومن المحتمل ان يكون تأثير فيتامين ب١٢ هو توفير كميات اكبر من حمض

الفوليك في خلايا نخاع العظم

ان نقص فيتامين ب١٢ يؤدي الى علة فيتامين ب١٢ العصبيـــــة (Vitamin B12 Neuropathy) وهذه العلة العصبية تأخذ شكل تنكس مشترك تحت الحاد (Subacute Combined Degeneration) للحبل الشوكي ويصاحبه تنكس في الياف الاعصاب الحسية والحركية معا .

ان فقر الدم كبير الكريات غالبا ما يستجيب لحمض الفوليك وحده ولكن العلة العصبية لا تستجيب .

ان الامتصاص الكافي لحمض ب١٢ في الوقت الذي يصل فيه نهاية اللفائفي (Ileum) يعتمد على افراز العامل الداخلي المنشأ من قبل المعدة . وبالامكان تجنب الية امتصاص العامل الداخلي المنشأ باعطاء جرع عالية من فيتامين ب١٢ عن طريق الفم او عن طريق الحقن

مكونات اخرى لمجموعة فيتامين ب المركب :

ان المكونات الاخرى لمجموعة ب المركب تشمل حمض البانتوتنيـك (Pantothenic Acid) والباريدوكســــين (Pyridoxin) (فيتامين ب٦) والبيوتين (Biotin) • ويركب الريبوفلافـــين وحمض النيكوتنيك وحمض الفوليك والبيوتين بواسطة البكتريا التي تعيش في الامعاء الكبيرة وهي تمتص بكميات جيدة

فيتامين ح (حمض الاسكوربيك)

VITAMIN C (ASCORBIC ACID)

ان فيتامين (ح) ذووب في الماء ويتحطم بالحرارة في المحاليل القلوية. ولذا فانه سرعان ما يتلف بالطبخ عند اضافة الصودا اليه

يوجد فيتامين (ح) في الفواكه الحمضية (الليمون والبرتقـــال والكريت فروت) والكشمش الاسود والشليك والخضروات الورقيـــة الخضراء . وينعدم في اللحم والسمك والدهن والزيوت

ونقص فيتامين (ح) يؤدي الى البشع (Scurvy) والذي هـــو مرض نزفي يصاحبه نزف اللثة ونزف في المفاصل وسهولة تكدم الجلد .

واكثر ما يحدث النقص عند عدم وجود الخضروات الطازجة في القوت

ومن المحتمل ان يكون فيتامين ح مشتركا في تكـــوين الفـــراء

(Collagen) والمادة السمنتية التي بين الخلايا . هذا وان نقص فيتامين حـ يؤدي الى بطيء اندمال الجرح .

فيتامين د

VITAMIN D

وهذا فيتامين ذووب بالدهن يوجد في دهن الحليب (الزبد والقشطة) وفي صفار البيض وزيوت كبد السمك وكما في فيتامين أ فانه لا يوجد في الخضروات والزيوت وانه يضاف الى الماركرين اثناء انتاجه ويعمل فيتامين (د) بفعل اشعة الشمس على الجلد .

ان نقص فيتامين د يؤدي الى الكساح (الرخـد (Rickets) وهو مرض الطفولة حيث يصاحبه نقص في الامتصاص المعوي للكالسيوم ونقص في كالسيوم العظام . اذ انه على الرغم من تكون كميات كبيرة من الغضاريف للتعظم (Ossification) الا ان هنالك نقصا في التكلس . وهذا يؤدي الى ورم في الالتقاءات المشاشية (Epiphyseal Junction) وتكون العظام لينة تؤدي الى انحناء الساقين وتشريه الصدر . وهناك حالة مشابهة تحدث في البالغين وخاصة في النسوة الحوامل وتسمى تلين العظام (Osteomalacia)

ان الابحاث الحديثة تبين بان فيتامين (د) يتحول الى هيدروكسي فيتامين (د) في الكبد ، ومن ثم الى دايهيدروكسي فيتامين (د) بواسطة الكلية عندما يكون مستوى الكالسيوم في الدم واطئا

ان مركب الدايهيدروكسي هو اقوى من فيتامين (د) نفسه ويساعد اكثر في امتصاص الكالسيوم من القناة الهضمية في هذه الحالة .

وعندما يصل مستوى الكالسيوم في البلازما الى حده الطبيعي (١٠ ملغم في كل ١٠٠ سم٣ بلازما) فان هذا التحويل يتوقف ويقل عند امتصاص الكالسيوم

فيتامين ى

VITAMIN E

ان نقص هذا الفيتامين يؤدي الى العقم في الجرذان ولكنه لا توجد ادلة ثابتة بانه ضروري للانسان

فيتامين ك

VITAMIN K

يوجد هذا الفيتامين في الخضروات الخضراء . وهو ضروري لتكوين سابق الخثرين ويتركب بواسطة البكتريا في الامعاء . وان نقصه نادر الا عندما تكون الامعاء معقمة (في الولادة وبعد تناول مادة وسيعة)
(Broad Spectrum Antibiotic)

نقص الفيتامين Vitamin Deficiency

يحدث نقص الفيتامين الشامل في الاقطار المتخلفة ويشمل هذا النقص جفاف المقلة (نقص فيتامين أ) البري برى (نقص الثيامين) البلاكرا (نقص حمض النيكوتنيك) البثع (نقص فيتامين حـ) والكساح (نقص فيتامين د) .

وفي الاقطار المتقدمة تحدث بعض حالات نقص الفيتامين ولكنها تكون اقل شدة وتنطبق هذه على الاخص على مجموعة ب حيث تزداد الحاجة اليه بسبب متطلبات السعرات العالية وقوت الكربوهيدرات الغني والى فيتامين حـ في الاشخاص المسنين والذين لا يأكلون الفواكه الطازجة وجميع الفيتامينات تتوفر بشكل كيمياويات ويمكن اعطاء اضافة قوتية عند الحاجة

زيادة الفيتامينات Excessive Vitamins

ليس لزيادة فيتامين ب وفيتامين حـ في القوت اي تأثير ولكن كميات كميات كبيرة من فيتامين أ (فرط الفيتامين أ (Hypervitaminosis A) تؤدي الى اضطرابات معدية معوية والى التهاب الجلد وان كبد بعض الحيوانات كالدب القطبي يحتوي على كميات كبيرة من فيتامين أ بحيث ان اعراض التسمم سرعان ما تظهر عند اكل الكبد وزيادة فيتامين د مضرة ايضا وتسبب فقدان الوزن وزيادة التكلس والتي قد تشمل بعض الانسجة غير العظام

الاحماض الدهنية الاساسية (Essential Fatty Acids)

ان بعض الاحماض الدهنية الغير مشبعة مثل حمض اللينوليك (Linoleic Acid) يحتاجها الجسم ولكنه لا يستطيع تركيبها ولذا فمن الضروري وجودها في الطعام الدهني المأكول وتدعى مثل هذه الاحماض الدهنية بالاحماض الدهنية الاساسية وحيث انها ضرورية بكميات كبيرة فلذا فانها لم تصنف كفيتامينات

البروستاكلاندينات (Prostaglandins)

ان الاحماض الدهنية غير المشبعـــة ضروريــــة لتكويـــن البروستاكلاندنيات . وهذه مواد فعالة جدا توجد في كثير من انسجــة الجسم . وان لها تأثيرات مختلفة ولكن الظاهر ان تأثيرها الاساسي يكون على العضلة الملساء . وتتحطم البروستاكلاندينات بسرعة في الجسم ولذا فان سرعة الكميات المنتجة تكون عالية .

والبروستاكلاندينات نفسها احماض دهنية غير مشبعة تتكون من عشرين ذرة الكربون تتصل باصرة كيمياوية بين ذرة الكربون الثامنـــة والثانيةعشر . وهي تقسم الى

PGF, PGE, PGD, PGC, PGB, PGA وان PG

هو مختصر البروستاكلاندين) . وتلحق بها الارقام ١و٢و٣ لتبين عدد الاصوات الزوجية غير المشبعة في الجزيئة . وعندما يـــكون هنالك اكثر من شكل واحد ، فانها تقسم الى الفا وبيتا وكاما ... الخ . وعليه فان البروستاكلاندين الذي يسبب التقلص الرحمي يطلـق عليــه

PGF_2 Alpha و PGE_2

الاملاح المعدنية والماء Mineral Salts and Water :

واضافة الى الفيتامينات ، فان على القوت ان يجهز الجسم بكميات مناسبة من الاملاح المعدنية .

املاح الصوديوم والبوتاسيوم :

ان الكميات المأخوذة في القوت من الصوديوم والبوتاسيوم يجب ان تكون كافية لادامة ميزان الشوارد في الجسم . وسنبحث ذلك مفصلا في الفصل القادم .

الكالسيوم :

يحتاج الجسم الكالسيوم لتعظم العظام ولادامة الاستفزازيـــة الصحيحة لالياف الاعصاب ، ولتمكين الدم من التجلط .

يوجد الكالسيوم في الحليب والجبن والحبـــوب والخضروات الخضراء ، ولكن امتصاصه من الامعاء لا يكون كاملا ابدا وان حوالي ثلاثة ارباع الكالسيوم المأكولة قد تظهر في الغائط وان وجـــود فيتامين د ضروري لامتصاص الكمية الكافية من الكالسيوم والاستفادة منه في الجسم . وان مستوى الكالسيوم في الدم يسيطر عليه بواسطة غدة جنيب الدرقية (Paratehyroid) .

اليـــــود :

ان وجود اليود في القوت ضروري لكي تقوم الغدة الدرقيــــــة (Thyroid) بوظيفتها على الوجه الاكمل ويوجد اليود في الطعــــام البحري وفي النباتات النامية قريبا من البحر وقد يحدث نقص اليود في القوت في المناطق البعيدة عن البحر وهذا ما يؤدي الى ورم الغــدة الدرقية (الدراق (Goitre) ونقص الثايروكسين في الدم . ولذا فانه تضاف الايوديدات الى ملح المائدة لمنع هذا النقص .

الحديــــد :

يوجد الحديد في معظم الاغذية ولكنه نسبيا ينقص في الحليب . وهو ضروري في تكوين الهيموكلوبين والصباغ الحاوية على الحديد والخمائر في الجسم

المــــــــاء

WATER

ان شرب الماء يوميا ضروري لادامة ميزان الماء . فعلى الرغم من ان الشخص الساغب قد يبقى حيا لعدة اسابيع بدون الاكل ، لكنه لا يستطيع البقاء الا اياما معدودة فقط بدون الماء .

ولكي يبقى الجسم في حالة توازن مائي ، فانه من الضروري ان تكون كميات الماء المأخوذة يوميا مساوية للكميات المفقودة . وهذا ما سنشرحه في البحث القادم .

١٢ ـ توازن السائل والشوارد والكلية

FLUID AND ELECTROLYTE BALANCE AND THE KIDNEY

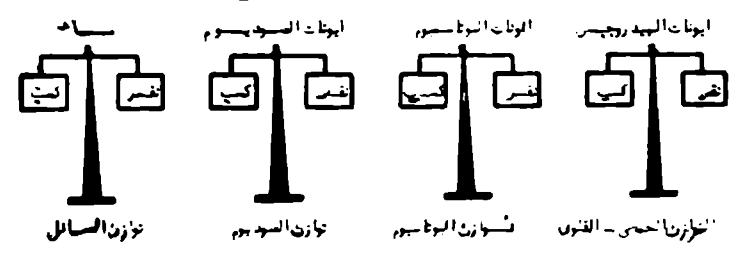
مفهوم التوازن (The Concept of Balance) :

تحتاج خلايا الجسم الى محيط ثابت مستقل عن التغييرات التي تحدث في العالم الخارجي .

ولكي تبقى كميات المواد ثابتة في الجسم ، فان الكميات المحصلة يوميا يجب ان تكون مساوية للكميات المفقودة وهذه الحقيقة يمكن تشبيهها بكفتي ميزان ، حيث يكون المأخوذ في كفة والمفقود في الكفة الاخرى فاذا كان المأخوذ معادلا للمفقود ، فان الميزان يكون عندئذ متوازنا ويبين المؤشر فيه حالة التعادل (شكل ٩٩) واذا زاد المأخوذ على المفقود ، فان المؤشر سيبين بان المادة تتجمع في الجسم مسببة الزيادة واذا ما كان المفقود يزيد على المأخوذ ، فان المؤشر عند ذلك سيبين بان المادة تفقد من الجسم مؤدية الى النقص ويتطلب مستوى ثابت من الماء والاملاح المعدنية لادامة محيط مناسب لخلايا الجسم

ان كميات هذه المواد المستحصلة يوميا تعتمد على القوت . ولكنه بدون التحليل الكيمياوي لا يمكن معرفة المحتويات غير العضوية للقوت بدقة . وانه لمن الصعب تنظيم المأخوذ بالنسبة لحاجة الجسم بالضبط . ولذا فانه تؤخذ كميات اكثر ويدام الميزان عن طريق تنظيم الكمية المبرزة بواسطة الكليتين

واذا حدث ان قصر هذا المسلك الابرازي ، كما في القصور الكلوي مثلا ، فيجب عندئذ تنظيم المأخوذ بدقة كي يساوي تماما ما يفقد عن طريق المسالك غير الكليتين (العرق ، الغائط الخ)



شكل ـ٩٩ـ ادامة التوازن بواسطة الكلية . تلعب الكلية دورا مهما في ادامة توازن الماء وايونات الصوديوم والبوتاسيوم والهيدروجين .

ان التساوي غير المحدد كالذي يوجد طبيعيا ، قد يؤدي الى تجمع المادة في الجسم

الكليــــة

THE KIDNEY

ان الوظيفة الاساسية للكلية هو انتاج البول وهي تنتج ايضـــا الرنين ومكون الدم (Erythropoietin) • وهي تحول فيتامين د الى شكل فعال يحفز على امتصاص الكالسيوم من السبيل الهضمي .

تديم الكلية ثبات المحيط الداخلي بانتاج البول الذي يبرز من الجسم ، اي انها تديم سوائل الجسم بتركيب ثابت .

تلعب الكلية دورا مهما في :

١ ـ ادامة ميزان الماء
٢ ـ ادامة ميزان الشوارد
٣ ـ ادامة ب.هـ. الدم

ويحتوي البول المبرز على

١ ـ الماء الزائد (Surplus Water) :

بابراز الماء الزائد عن حاجة الجسم فان الكلية بذلك تديم الجسم في حالة توازن مع الماء (شكل ٩٩)

٢ ـ الشوارد الزائدة (Surplus Electrolytes) :

بابراز الايونات غير العضوية المأخوذة والزائدة عن حاجة الجسم (الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والكلورايد الخ) ، فان الكلية بذلك تديم الجسم في حالة توازن مع الشوارد . وسريريا فان اهم الايونات هي ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والهايدروجين (شكل ٩٩)

٣ ـ الفضلات الايضية (Metabolic Waste Products) :

أ ـ اليوريا ـ تتكون اليوريا من الاحماض الامينية المستعملـــة للحرارة والطاقة . وقبل ان يمكن من حدوث هذا ، فان جزء النايتروجين من الجزيئة يتحول الى الامونيا ومن ثم الى اليوريا

ب ـ حمض اليوريك ان النايتروجين من الاحماض النوويـــــة (Nucleic Acids) والبيورينات (Purines) ، يبرز على شـــكل حمض اليوريك . وان قسما من حمض اليوريك يركب في الجسم وان

زيادة انتاج هذه المادة وترسبها في المفاصل يؤدي الى حالة مؤلمـــة هي النقــرس (Gout) .

جـ ـ الكريتينين (Creatinine) : ياتي الكريتينين في البول من الكريتين في العضلة ، ووجوده في البول يمثل فقدان النايتروجين من الجسم . وان فوسفات الكريتين هي مصدر الحرارة والطاقة في العضلة . ويتحطم الكريتين دوما ويتحول الى الكريتينين والذي يتسرب الى الدم حيث يفقد في البول . ان هذا الفقدان الذي يعود الى كمية نسيـــج العضلة ، يضع جهدا كبيرا على مصار البروتين في الجسم في حالـــة السغب ، حيث ان هذا الفقدان سيستمر حتى وان لم يكن هنالك اي اخذ للطعام .

٤ ـ الاحماض والقليات الزائدة
: (Surplus Acids and Surplus Alkalies)

ان البول هو طريق الابراز للاحماض الزائدة (او القلويات الزائدة) المأخوذةاوالمتكونةبواسطةالايض(حماض ايضي (Metabolic Acidosis ويبين ب.هـ الدم ما اذا كان الزائد هو احد الاحماض او احد القليات .

٥ ـ المكونات غير الطبيعية (Abnormal Constituents) :

ان وجود مكونات غير طبيعية في البول ، غالبا ما توضح سبـــب الاضطراب الاساسي . وان بعض المكونات غير الطبيعية والتي تجــري لها الفحوص هي :

١ ـ الكلوكوز (في حالة البول السكري)
1. Glucose (Diabetes Mellitus)

٢ ـ الاجسـام الكيتونية (في حالة تكون الاجسـام الكيتونية)
2. Ketone bodies (Ketosis)

٣ ـ اح البلازما (في حالة مرض الكلية)
3. Plasma Albumin (Kidney Disease)

٤ ـ الكريات الحمراء (في حالة مرض الكلية)
4. Red Cells (Kidney Disease)

٥ ـ سكر الحليب (في حالة سكر الحليب في الدم)
5. Galactose (Galactosaemia)

٦ ـ كيتونات الفينيل (بيلة الفينيل كيتون)
6. Phenylketones (Phenylketonuria)

وسيحتوي البول ايضا على المحتويات الايضية للادوية المأخوذة .

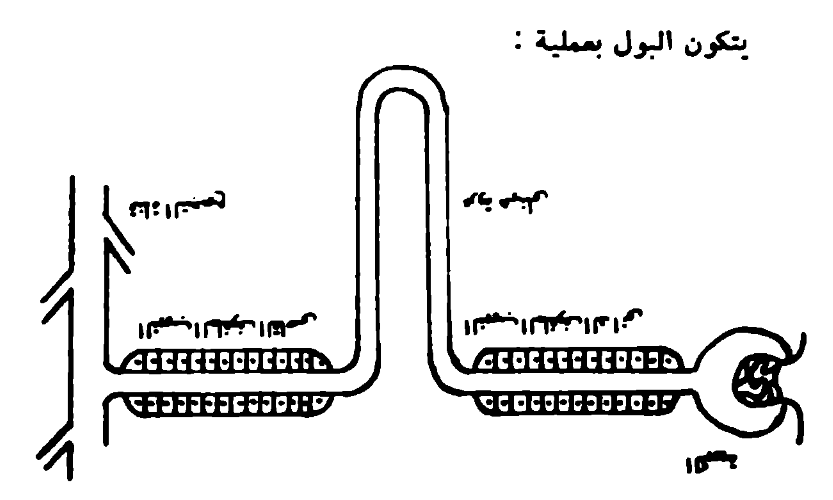
وقد يحتوي على اثار قليلة من مكونات الدم . ان وجود الهورمون محرض القند المثيمي (Chorionic Gonadotrophin) في بـــول امراة حامل يشكل اساس فحص الحمل .

تكون البول

THE FORMATION OF URINE

ان الوحدة الاساسية لتكوين البول هي الوحدة الكلوية . وتوجـد مليون وحدة كلوية في كل كلية . تبدأ الوحدة الكلوية بلمـــة (Tuft) من ستة الى ثمانية شعريات دموية مغلفة نهايـــة نبيب (Tubule) . ويسمى هذا التركيب بالكبيبة (Glomerulus) . وينقسم النبيب الى النبيب الملفـوف الـداني (Proximal Convulated Tubule) وعروةهينلي ثم النبيب الملفوف القاصي (Distal Coivulated Tubule) (شكل ١٠٠) . وتؤدي عدد من النبيبـــات الى قنـــاة تجميـــع (Collecting Duct) والتي بدورها تؤدي الى المثانة عن طريق الحالـب (Ureter) . يفرغ البول من المثانة عن طريق الاحليـــل (Urethra) .

يتكون البول بعملية :



شكل ـ١٠٠ـ مخطط يبين مكونات اجزاء الوحدة الكلويـــة (ليس بالقياس) .

١ ـ الترشيح الكبيبي (Glomerular Filtration)
٢ ـ اعادة الامتصاص النبيبي (Tubular Reabsorption)
٣ ـ الافراز النبيبي (Tubular Secretion)

الترشيح الكبيبي (Glomerular Filtration) :

تعمل الكبيبة كمرشحة بين الدم النبيب وان حوالي عشر الماء الذي في الدم الجاري خلال الكبيبة ومصاحباته من المكونات الصغيرة (والتي وزنها الجزيئي اقل من ٠٠٠ر٦٧) تترشح وتمر في النبيب اما المكونات الكبيرة وبضمنها الكريات الحمراء وبروتينات البلازما فانها لا تترشح وتبقى في شعريات الكبيبة (جدول ٣) .

جدول رقم (٣)

الترشيح الكبيبي

مكونات وجزيئات كبيرة لا تترشح	مكونات صغيرة تترشح وتدخل النبيب	
كريات الدم	الماء	
بروتينات البلازما	الاملاح الغير المعدنية	
	الكلوكوز	
	الاحماض الامينية	
	اليوريا)	
	حمض اليوريك)	فضلات
	الكريتنين)	

وسيحتوي الراشح المار الى النبيب على الاملاح غير العضوية ومواد الغذاء كالكلوكوز والاحماض الامينية ، والفضلات مثل اليوريا وحمض اليوريك والكريتينين

ان عملية الترشيح هذه هي غير اختيارية اطلاقا . فالمواد المترشحة هي تلك التي يكون حجمها صغيرا ولايحدث اي تحوير في هذه المرحلة مهما كانت متطلبات الجسم

اعادة الامتصاص النبيبي : (Tubular Reabsorption)

ان الشعريات الدموية للكبيبة تشكل شرينا ثانيا يجري الى النبيب حيث يشكل هنا شبكة شعرية تحيط بالنبيب وتسمح هذه الشبكة الشعرية لان يجري اعادة الامتصاص فيها (شكل ١٠١) . واعادة الامتصاص هنا يكون اختاريا ، ويختلف حسب حاجة الجسم لكل مادة . واذا ما كان هنالك نقص في الجسم ، فأن اعادة الامتصاص يكون كاملا . واذا كانت هنالك زيادة في ماد ما ، فأن الزيادة يسمح لها بالاستمرار في

النبيب . دون ان يعاد امتصاصها ، وان تمر الى قنواة التجميع والحالب ومن ثم الى المثانة .

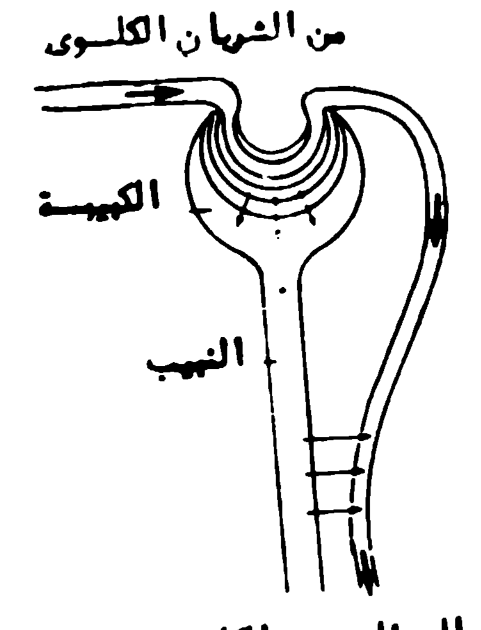
والكلوكوز مثال على المادة التي يعاد امتصاصها كليا في الظروف الطبيعية .

الافراز النبيبي : (Tubular Secretion) :

والعملية الثالثة المشتركة في تكوين البول هي الافراز النبيبي . تضاف مواد الى الراشح الكبيبي بواسطة النقل الفاعل (Active Transport) في عكس اتجاه اعادة الامتصاص . وان الاحماض والقلويات الزائدة تطرح من الجسم بهذه الالية الافرازية .

ان البنسلين مثال على المادة التي ليس فقط انها تترشح بواسطة الكبيبة ، ولكنها تفقد ايضا عن طريق الافراز النبيبي . ويعطي الدواء (Probenecid) الذي يثبط الافراز النبيبي للبنسلين ، لرفع متوسط التركيز في الدم عندما يكون المرضى تحت المعالجة بالبنسلين .

وعليه فان دراسة وظيفة الكلية هي في الاساس دراسة التحوير



شكل -١٠١- ان شعريات الكبيبة تعيد تكوين شرين يؤدي الى شبكة شعرية ثانية حول النبيب . وهذه تسمح باعادة الامتصاص النبيبي بعد الترشيح الكبيبي .

في الراشح الكبيبي الذي يحدث في النبيب . وحيث ان كل مادة تعالج بصورة مختلفة لذا فاننا سنتناول المكونات الاساسية للراشح .

الماء

WATER

ان جميع الوحدات الكلوية تعمل سوية لترشيح ١٢٠ سم٣ من الماء في الدقيقة ويعرف هذا بسرعة الترشيح الكبيبي (Glomerular Filtration Rate) . وهذا ما يعادل ترشيح ١٧٠ لترا من الماء في اليوم .

وهو ممثل تخطيطيا في (الشكل ١٠٢) حيث نرى وحدة كلوية كبيرة تمثل نظريا كل وحدات الكلية الكلوية .

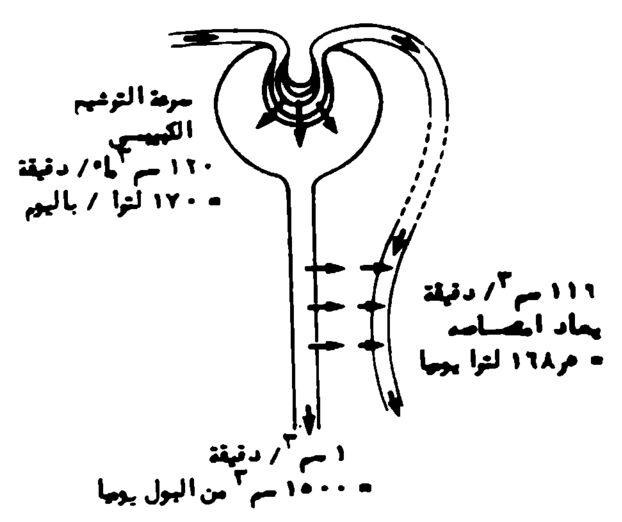
ومن هذه الـ ١٢٠ سم٣ من الماء المترشحة في الدقيقة الواحدة ، فان ١١٩ سم٣ منها يعاد امتصاصها عندما يمر الراشح من خلال النبيب ، بينما يمر ١ سم٣ فقط الى قناة التجميع والحالب والمثانة ليصبح بولا وان ١ سم٣ في الدقيقة تساوي ١٥٠٠ سم٣ من البول في اليوم الواحد .

ويجب الملاحظ بان الدم يحتوي على ثلاثة التار فقط من الماء في البلازما ، وان راشحا كبيبيا مقداره ١٧٠ لترا في اليوم ، يعني بان نفس كمية الماء قد ترشحت واعيد امتصاصها ٥٠ـ٦٠ مرة في اليوم (٢ـ٣ مرات في الساعة) . وسيكون هنالك ايضا تبادل بين الماء في البلازما والماء في بقية اجزاء الجسم (الخلايا والمسافات النسيجية) . وحيث ان مجموع ماء الجسم يبلغ ٤٥ لترا فقط ، لذا فان ١٧٠ لترا في اليوم من الترشيح الكبيبي تعني بأن جميع الجسم سترشح بمعدل اربع مرات في اليوم .

اعادة الامتصاص النبيبي للماء (Tubular Reabsorption of Water)

النبيبات انابيب طويلة جدا (عدة سنتمرات في الطول) عند مقارنتها بكرية دم حمراء (قطرها ٧ مايكرونات) وحجم الكبيبة (١٠٠ مايكرون) . ولكي نعطي بعض الفكرة عن طولها ، فانه اذا ما ازداد حجم الكبيبة الى حجم كرة الكولف ، فان طول النبيب المثالي سيكون حوالي ٩ امتار .

وخلال المرور النبيب الطويل جدا ، فان المكونات التي يراد اعادة امتصاصها [illegible] جهة واحدة من الخلايا المبطنة للنبيب ، حيث تمر من خلال هذه الخلايا وتدخل الشعريات الدموية في الجانب الاخر . وفي



شكل ـ١٠٢ـ تخطيط يبين ناتج الماء في الوحدة الكلوية ان هذه الوحدة الكلوية العملاقة تمثل مجموع الـ ٢٫٠٠٠٫٠٠٠ وحدة كلوية في كلى الكليتين .

معظم المواد فان هذه العملية هي عملية فاعلة في جزء خلايا النبيب وتحتاج الى صرف طاقة لذلك .

وعندما يمر الراشح على طول النبيب الملفوف الداني ، فان سبعة اثمان كمية كلوريد الصوديوم تمتص بهذه العملية الفاعلة ، وان سبعة اثمان كمية الماء يعاد امتصاصها بصورة منفصلة مع كمية الصوديوم هذه .

اما اعادة امتصاص الكمية المتبقية من الماء فانها تتم في النبيب الملفوف القاصي وقنواة التجميع . ويسيطر عليها بواسطة الهورمون الزارم (Antidiuretic Hormone) المفرز من الغدة النخامية الخلفية . ويعرف الهورمون الزارم ايضا بالفازوبرسين (Vasopressin) . وان تحرير الهورمون الزارم يسيطر عليه بواسطة مستقبلات التناضح (Osmoreceptors) في منطقة تحت المهاد .

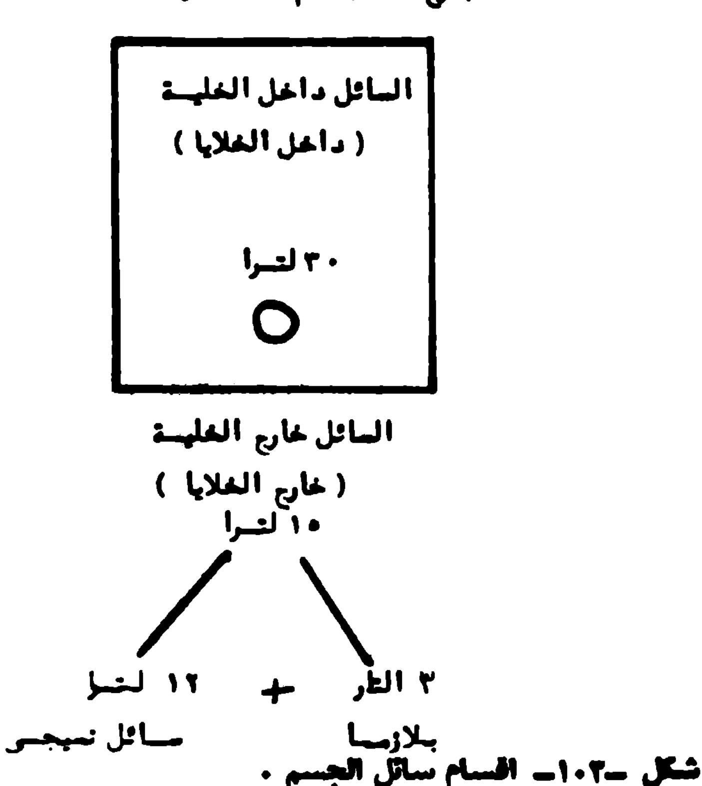
ادامة توازن الماء بواسطة الكليتين
MAINTENANCE OF WATER BALANCE BY THE KIDNEYS

اقسام السائل :

يبلغ مجموع حجم الماء في الجسم حوالي ٤٥ لترا (الماء الكلي للجسم)،

وان حوالي ٣٠ لترا من هذا الماء يوجد داخل الخلايا (السائل داخل الخلية) . بينما تو- د بقية الـ ١٥ لترا خارج الخلايا (السائل خارج الخلية) . وتقسم ا ١٥ لترا خارج الخلية الى ١٢ لترا سائلا نسيجيا و٣ التار بلازما . (شكل ١٠٣) .

يكون الماء ٧٠٪ تقريبا من وزن الجسم وحيث ان وزن الجسم يبقى ثابتا ، فذلك يعني بان مجموع ماء الجسم يكون ثابتا ايضا . ولكي



شكل -١٠٣- اقسام سائل الجسم .

يكون الجسم في حالة توازن مائي ، فان الماء المستحصل يوميا يجب ان يكون مساويا للماء المفقود . فاذا زاد الماء المستحصل على الماء المفقود ، فان الشخص سيصبح فارط التموه (Over-hydrated) وخزبا . ومن ناحية اخرى ، فاذا كان الماء المفقود يزيد على الماء المستحصل ، فسيحدث الانكاز (Dehydration) .

الماء المستحصل (Water Gained) :

يستحصل الماء يوميا بعدة طرق (شكل ١٠٤) . فاولا تؤخذ السوائل

عن طريق الفم وبهذه المناسبة يجب ان نتذكر بان قدح الشاي يكون مساويا لقدح الماء ، وان قدح القهوة يكون مساويا لقدح الماء الخ .

وثانيا ، يؤخذ الماء بشكل رطوبة (Moisture) في الطعام . اذ انه حتى البسكويت الجاف يحتوي على نسبة عالية من الماء ، وان بعض الفواكه كالبطيخ تحتوي على اكثر من ٩٠٪ ماء .

وثالثا ، يتكون الماء في خلايا الجسم وذلك باكسدة هيدروجين الطعام خلال العمليات الايضية والتي تنتج الحرارة والطاقة وان مقدار ما يتكون يوميا بهذه الطريقة هو نصف لتر تقريبا .

ان الاحساس بالعطش (Thirst) هو الذي يعين كمية الماء الواجب اخذها .

ولكن اخذ السوائل الاخرى تعينها عوامل اخرى كالعادات الاجتماعية اكثر مما تعينها حاجة الجسم لها . ان مضمضة الفم بالماء تطفيء العطش مؤقتا على الرغم من عدم ابتلاع الماء .

الماء المفقود (Water Lost)

يفقد الماء في البول ومن خلال الجلد وفي الهواء الزفير وفي الغائط وفي سوائل جسمية مفقودة

الجلد :

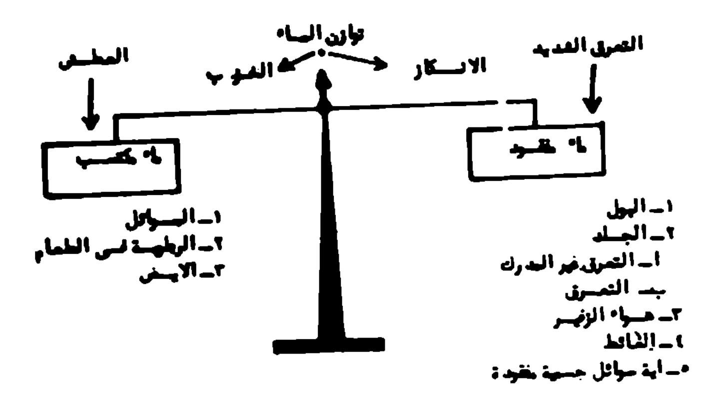
يفقد الماء عن طريق الجلد بطرقتين . فالجلد الذي يغطي الجسم غير محكم تماما ضد الماء ، وان الماء يفقد باستمرار من المسافات النسيجية بعملية التعرق غير المدرك (Insensible Perspiration) .

ان هذا الفقدان للماء من سطح الجسم يكون في الحالة الطبيعية قليلا ولكنه قد يكون كبيرا جدا بعد الحروق حيث تفقد مساحات كبيرة من الجلد.

ويحدث التعرق عندما يكون الجسم حارا . والعرق الذي هو محلول مخفف لكلوريد الصوديوم في الماء ، يصل الى الجلد عن طريق قنوات الغدد العرقية . ويحدث التعرق بتاثير الفعالية العصبية الودية ، ولكن الياف الاعصاب الودية الى الغدد العرقية تحرر الاسيتيل كولين (بدلا من الناقل الودي الاعتيادي النورادرينالين) وان تبخر هذا العرق هو الذي يبرد الجلد .

هواء الزفير :

يكون هواء الزفير مشبعا ببخار الماء . وهذه الحقيقة تستعمل في فحص المرآة لرؤية ما اذا كان الشخص يتنفس او ان الهواء يتسرب من



شكل ١٠٤ـ العوامل التي تديم توازن الماء . اذا كان مقدار الماء المكتسب يوميا مساويا لمقدار الماء المفقود ، فان الجسم يكون في حالة توازن مائي . اما اذا كان مقدار الماء المكتسب هو اقل من الماء المفقود ، فانه تحدث حالة الانكاز واذا زاد مقدار الماء المكتسب عن الماء المفقود ، فان الجسم يصبح عندئذ في حالة فرط الاماهة والتي تؤدي الى الخزب . ان الاحساس بالعطش يضمن بان الماء المأخوذ كافيا .

قطعة الفم في جهاز قياس النفس اثناء فحص وظيفة الرئة اذ ان بخار الماء يضبب الآلة اللماعة .

وحيث ان الهواء المستنشق يحتوي على كمية اقل من بخار الماء عما يحويه هواء الزفير ، لذا فان عملية التنفس تسبب فقد الماء من الجسم

ومن الممكن ان يكون فقدان الماء عاليا في هواء الزفير عند ازدياد التنفس ، وخاصة عندما يكون محتوى الماء في هواء الشهيق واطئا . وعليه فاذا كان شخص يفرط في التهوية فانه سيفقد كمية كبيرة من الماء اكثر مما يفقده الشخص الطبيعي ويكون فقدان الماء في هواء الزفير عاليا جدا عند متسلقي الجبال حيث ان درجة المحيط الباردة تجعل هواء الشهيق جافا جدا ، في الوقت الذي تزداد فيه سرعة التنفس في الارتفاعات الشاهقة . ومع شدة البرد في الارتفاعات الشاهقة فان تأمين الوقود لاذابة الثلج لتجهيز ماء الشرب تكون مشكلة خطيرة

ويجب التذكر بان ادخال التدفئة المركزية الى بناية ما ، ستزيد من كمية الماء المفقود فيهواء الزفير عند شاغليها ، وما لم تزادكمية السوائل المأخوذة فانها قد تؤدي الى الانكاز وخصوصا عند كبار السن

الغائـط :

في الاحوال الطبيعية ، فان كمية الماء المفقودة عن طـريق الغائط تكون قليلة جدا (حوالي ١٥٠ سم٣) ، ولكنه في حالة الاسهال فـأن كمية الماء المفقودة بهذا الطريق قد تكون عالية جدا مما قـد تـسبب الانكـاز

الماء المفقود في سوائل الجسم الاخرى :

يفقد الماء من الجسم عند القيء ، وان اي نزف يمثل فقدانا لذلك الحجم من الماء . وحتى الرشح العادي قد يسبب فقدانا مهما للمـاء من الانف . ويمثل البكاء ايضا فقدانا للماء .

البـول :

قليل جدا من العوامل السابقة تؤثر في ماخوذ الماء وفقدانه يمكن تغييرها للمحافظة على الميزان المائي . وفي الظروف الطبيعية فان المتغير الوحيد الذي يمكن المحافظة على الميزان المائي هو حجم البول . زد على ذلك فان السائل الماخوذ غالبا ما تعنيه الاعتبارات الاجتماعية بدلا مـن الحاجات الفسلجية . لذا فانه ان قبل الشخص كوبا من الشـاي او القهوة ، فان الجسم سيكون قد زاد مأخوذه بـ ١٠٠ سم٣ من المـاء والتي يجب ان تبرز بعدها في البول للمحافظة على الميزان المائي

زيـادة المـاء : Water Excess :

ان الالية التي يدام بها التوازن المائي قد يكون رؤيتها بملاحظـة تأثيرات شرب لتر واحد من الماء زيادة عن حاجة الجسم فالماء يؤخـذ عن طريق الفم حيث يمر من خلال المعدة فيمتصه الـدم في الامعـاء الدقيقة . وهنا يخفف الماء البلازما لكن معظم الماء يترك البلازما ويدخل السائل النسيجي ومن ثم الى خلايا الجسم (شكل ١.٥)

ان تخفيف الدم سيؤثر على مستقبلات التناضح في منطقة تحت المهاد فتقل كمية هورمون الجزء الخلفي للنخامية (هورمون الزرام) ان هذا الهورمون في الحالات الطبيعية يساعد على اعادة امتصاص الماء في النبيب القاصي . وكنتيجة لتقليل مستوى هورمون الزرام ، فـأن كمية اقل من الماء سيعاد امتصاص وستحدث ابالة (زيادة في حجـم البول) . وهذه الزيادة في حجم البول ستستمر حتى يعاد ميزان المـاء الى حالته الطبيعية .

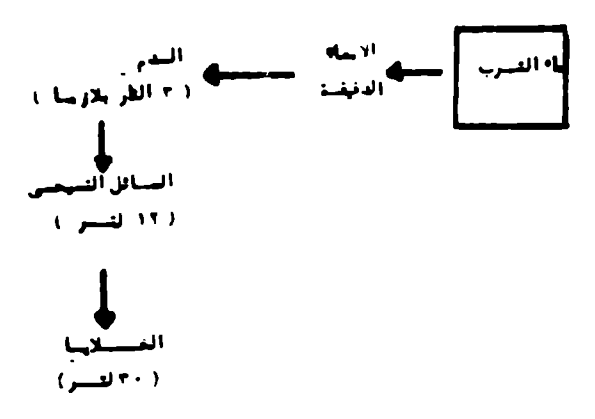
سرعة اعادة الامتصاص النبيبي للماء :

: (Rate of Tubular Reabsorption of Water)

ان سرعة الراشح الكبيبي ثابتة (هي ١٢٠ سم٣ في الدقيقة وان اعادة الامتصاص النبيبي التي هي تحت تأثير مستوى طبيعي لهورمون الزرام هي ١١٩ سم٣ في الدقيقة . ولذا فان ١ سم٣ من البول في الدقيقة تذهب الى المثانة . في اعلا حدود الابالة ، فان مستوى الهورمون الزارم سيهبط تقريبا الى الصفر وسيهبط اعادة الامتصاص النبيبي الى ١.٥ سم٣ في الدقيقة (جدول ٤)

ولن يهبط الى مادون ١.٥ سم٣ في الدقيقة وذلك لان $\frac{٧}{٨}$ الماء يعاد امتصاصه في النبيب الداني واعادة الامتصاص هذه ليست تحت تائير الهورمون الزارم

($\frac{٧}{٨}$ × ٢٠سم٣/دقيقة = ١.٥ سم٣/دقيقة دقيقة)



شكل ــ ١.٥ ــ ان الماء الماخوذ عن طريق الفم يمتص الى الدم في الامعاء الدقيقة . ومن ثم يقتسم بين اقسام الماء في الجسم (الدم ، السائل النسيجي ، الخلايا) بالنسبة لمجموع حجومها .

جدول رقم ٤

	سرعة الترشيح الكبيبي	اعادة الامتصاص النبيبي	البول في الدقيقة	البول في اليوم
يوم حار، تعرق، مستوى الهرمون الزارم عالي	١٢٠سم٣/دقيقة	١١٩ ٣/٤ سم٣/دقيقة	١/٤ سم٣	٣٧٥سم٣
طبيعي	١٢٠سم٣/دقيقة	١١٩سم٣/دقيقة	١سم٣	١٥٠٠سم٣
بدون زارم	١٢٠سم٣/دقيقة	١٠٥سم٣/دقيقة	١٥سم٣	٢٢ر٥٠٠سم٣

البوال التفه : (Diabetes Insipidus) :

ان حالة البوال التفه هي الحالة التي تقصر فيها الغدة النخامية الخلفية عن انتاج الهورمون الزارم (Antidiuretic Hormone) ·

ونتيجة لذلك فأن كميات كبيرة من البول تنتج يوميا (قد تزيد على ٢٠ لترا) ويصبح الشخص شديد العطش

ويعود اطلاق (تفه Insipidus) الى الوقت الذي كانت فيه الطريقة الوحيدة لفحص البول تتم عن طريق تذوقه . وفي هذه الحالة يكون مخففا الى درجة يصبح معه عديم الطعم اى (Insipid) ·

نقص الماء (Water Lack)

في يوم صيف حار عندما تفقد كميات كبيرة من الماء بواسطة العرق ، فأن مستوى الهورومون الزارم يزداد وتزداد اعادة الامتصاص النبيبي الى ١١٩ ٣/٤ سم٣ في الدقيقة ويقل مقدار البول الناتج الى ١/٤سم٣ في الدقيقة وعندما يصبح البول مركز جدا ويساوي هذا الحجم الى ٣٧٥ سم٣ في اليوم والذي هو ادنى واجب لابراز اليوريا والفضلات الاخرى

علاج الانكاز (Treatment of Dehydration) :

اذا ما حدث نقص في الماء ادى الى الانكاز وقد تعالج الحالة باعطاء الماء عن طريق الفم واذا لم يكن ممكنا فانه يعطي محلولا يحتوي على ٥٪ من الكلوكوز والذي يعطي نفس الضغط التناضحي للدم ، بالزرق داخل الوريد او بادخال انبوب الى المعدة او المستقيم

واذا لم يكن هنالك نقص في الصوديوم فيجب عدم اعطاء محلول ملحي متساوي التوتر حيث ان ذلك سيزيد من تحميل الصوديوم في الجسم

الابالة التناضحية : (Osmotic Diuresis) :

اذا ما احتوى البول على كميات كبيرة من المواد الابرازية كالكلوكوز ، او كميات مفرطة من اليوريا فان الضغط التناضحي الذي تبديه هذه المواد ستمنع اعادة امتصاص الماء الطبيعية وسيزداد حجم البول . وهذا ما يطلق عليه بالابالة التناضحية . ان سترات البوتاسيوم مثال على المادة التي تعمل كمبيلة بهذه الطريقة .

والمبيلات الاخرى مثل المرساليل (Mersalyl) والكلوروثيازايد (Chlorothiazide) تعمل بتثبيط اعادة امتصاص الصوديوم والماء الذي سبق وان اعيد امتصاصه بصورة منفصلة مع هذا الصوديوم سيبرز الان .

تخفيض الوزن بالحمية وفقدان الماء :

ان اي تغير مفاجيء في وزن الجسم يمكن احداثه فقط بتغيير كمية ماء الجسم

ومما تجدر ملاحظته هو انه على الرغم من ان ١٤ باونا من الوزن يمكن للشخص فقدها خلال بضع ساعات عن طريق التعرق الشديد في حمام تركي ، فانه يكون من الصعب لان يفقد الشخص مثل هذا الوزن بهذه الفترة القصيرة بالحمية .

لنتصور نظريا حالة شخص لايتناول اي طعام وانه يعيش فقط على دهن جسمه . فان كل غرام من الدهن يعطي ٩ سعرات كبيرة فاذا كانت المتطلبات اليومية هي ٢٧٠٠ سعرة كبيرة فان هذه يمكن تجهيزها ب ٣٠٠ غم من الدهن ولذا فان الشخص سيفقد يوميا ٣٠٠ غراما او ١ر٢كغم في الاسبوع . ان فقدانا في الوزن مقداره ١ر٢ كغم يساوي ٤ ١/٤ باون في الاسبوع وعلى فرض عدم تناول اي شيء على الاطلاق . وعلى كل فان فقدان الشخص يوميا لوزن قليل من طريق الحمية ستسبب له بعد سنة فقدانا في الوزن لاباس به .

فرط الاماهة : (Over-hydration) :

ان كميات كبيرة من الماء في الجسم تؤدي الى تغييرات عقلية والتي تشمل الغثيان (Nausea) والقهم (Anorexia) والقيء (Vomiting) واخيرا التخليط (Confusion) والذهول (Stupor) والنوبات الصرعية الشكل (Epileptiform Attacks) .

نقص الاماهـة : (Under-hydration) :

ان نقص الاماهة او الانكاز يؤدي الى العطش واخيرا الى التخليط والسبات خصوصا عند كبار السن

ادامة توازن الشوارد

MAINTENANCE OF ELECTROLYTE BALANCE

بابراز المواد غير العضوية الزائدة ، فان الكلية تديم ميزان شوارد الجسم . ان اغلب املاح الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم في سوائل الجسم تتحلل كليا وتكون بشكل ايونات مشحونة . ولذا فان كلوريـد الصوديوم يكون بشكل ايونات الصوديوم (Na^+) (اقـل مـن ذرة الصوديوم باليكترون واحد) ، وايونات الكلوريد (Cl^-) (اكثر مـن ذرة الكلوريد باليكترون واحد) وان الصوديوم في سوائل الجسـم يكون ناقصا لايون الصوديوم وليس الى عنصر الصوديوم .

ان الكلوكوز واليوريا اللذان لايعتبران من الشـوارد لايتأينان في المحلـول

الجزيئيات الملية في اللتـر : (Millimoles per litre) :

ان الجسم بحاجة الى محيط داخلي ثابت . وفيما يخص الخلايـا فانه يظهر ان تركيز كل شاردة في سوائل الجسم هي اكثر اهمية مـن مجموع الشوارد في الجسم . وبمعنى اخر فان الخلايا تحتاج الى المقدار الصحيح من الجزيئات لكل لتر من السائل وان تعبيـر التركيـز بالملغرامات لكل لتر لايعطي اي دلالة على عدد الجزيئات الموجودة ، حيث ان بعض هذه الجزيئات هي اثقل من الاخرى . ولحسم هذا الاختـلاف فان التراكيز يعبر عنها بالملغرامات مقسومة على الوزن الجزيئي فـي الوحدات الناتجة بالجزيئي الملي في اللتر

ان الاوزان الجزئية والاوزان الايونية هما مجموع الاوزان الذرية للذرات المكونة . وان الالكترون خفيف لدرجة انه لاداعي لحسـاب الزيادة او النقصان في الكترونات الايونات .

الاوزان الذريـة

الهيدروجـين	١	الصـوديوم	٢٣
الكاربـون	١٢	الكلـورين	٣٥٫٥
النتـروجين	١٤	الكبـريت	٣٢

الاوكسجين	١٦	البوتاسيوم	٣٩
المغنسيوم	٢٤	الكالسيوم	٤٠

المحلول الملحي متساوي التوتر (الفسلجي)

ويحضر هذا باذابة ٩ر. غم من كلوريد الصوديوم في كل ١٠٠ سم٣ من الماء (٩ر٠٪ وزن/حجم وهذا يساوي ٩٠٠٠ ملغم من كلوريد الصوديوم في اللتر)

ان الوزن الذري للصوديوم هو ٢٣ ، وللكلورين هو ٥ر٣٥ لذا فأن الوزن الجزيئي لكلوريد الصوديوم هو ٢٣+٥ر٣٥=٥ر٥٨

وان تركيز كلوريد الصوديوم في المحلول الملحي المتساوي التوتر لذلك يكون ٩٠٠٠/٥ر٥٨ جزئي في كل لتر ويساوي ١٥٤ جزيئي مليء في اللتر

وهذا يحتوي على ١٥٤ جزئي مليء في اللتر من ايونات الصوديوم و١٥٤ جزيئي ملي في اللتر من ايونات الكلوريد

المكافئات الملية في اللتر : (Milliequivalents per litre)

ان تركيز ايون ما مقدارا بالاوزان الجزيئية الملية اذا ما ضرب بتكافوء الايون فان ناتج التركيز يعبر عنه بالمكافئات الملية في اللتر ولحسن الحظ فان اغلب الايونات المتواجدة في السوائل الجسمية ايونات الهيدروجين وايونات الصوديوم وايونات البوتاسيوم وايونات الكلوريد وايونات البيكاربونات تكافوءها يساوي واحدا ونتيجة لذلك فان القيمة العددية لتركيزها بالجزيئات الملية تكون مساوية لتركيزها بالمكافئات الملية (التكافوء هو عدد علامات الـ (ـ او +) الظاهرة على الايون)

وعليه فان المحلول الملحي المتساوي التوتر يحتوي

١٥٤ مكافئا مليا في اللتر من ايونات الصوديوم (Na^{-})

١٥٤ مكافئا مليا في اللتر من ايونات الكلورايد (Cl^{-})

وعلى كل فان ايونات المغنيسيوم (Mg^{2+}) والكالسيوم (Ca^{2+}) تكافؤها يساوي (٢)

وعليه فأن ٢٤ ملغم في اللتر من ايون المغنيسيوم (Mg^{2+})
تكون مساوية الى جزيئي ملي واحد ولكنها تساوي مكافئين مليين اثنين
في لتر واحد من ايون (Mg^{2+}) .

ان وحدات المكافئات الملية في اللتر قد ترك استعمالها حاليا حيث
اقترح الاقتصار على استعمال وحدات الجزيئات الملية عندما اصطلح
على استعمال الوحدات القياسية العالمية في الماضي القريب

السائل خارج الخلايا : (Extracellular Fluid) :

ان الايونات الرئيسة الموجودة خارج الخلايا هي ايونات الصوديوم
(Na^+) ذات الشحنة الموجبة وايونات الكلورايد (Cl^-) وايونات
البايكربونات (HCO_3^-) ذات الشحنة السالبة (شكل ١٠٦)

وتختلف البلازما عن غيرها من السوائل الجسمية فالسائل
النسيجي يحتوي على البروتين (بروتينات البلازما) والتي تكون
ايوناتها عند ب.هـ ٧ر٤ سالبة الشحنة ولذا فأن الصوديوم يكون
الايون الرئيس ذا الشحنة الموجبة في البلازما مع الايونات السالبة
الكلورايد والبايكربونات والبروتين

فاذا ما عبر عن كميات هذه الايونات بالجزيئات الملية في اللتر ،
فأن المساواة بين عدد الايونات الموجبة الشحنة والايونات السالبة
الشحنة يمكن تمثيلها بيانيا بالشكل (١٠٧)

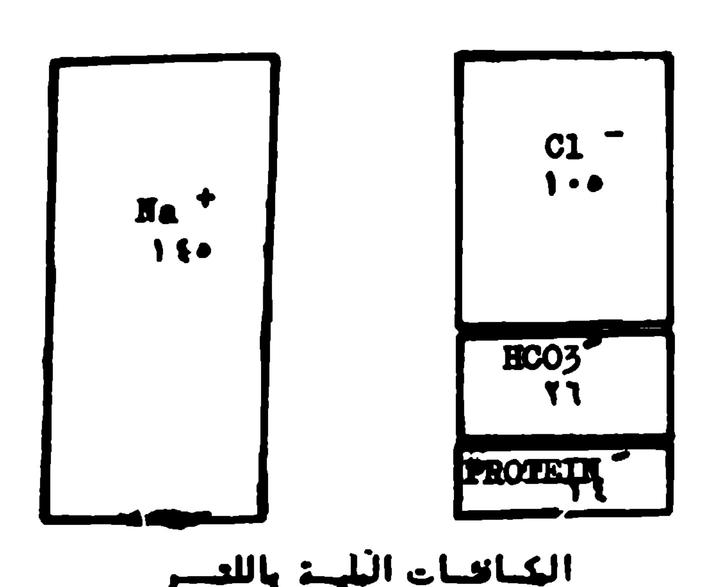
فتركيز ايون الصوديوم (Na^+) هو ١٤٥ مكافيء ملي في اللتر

الخلايا: K^+ Protein$^-$	Na^+ Cl^-
	Na^+ HCO_3^-

السائل خارج الخلية

املاح الصوديوم فى السائل خارج الخلية
املاح البوتاسيوم فى السائل داخل الخلية

شكل ـ١٠٦ـ الايونات الرئيسة الموجودة في السوائل داخل الخلية وخارجها .



المكافئات الملية باللتر

شكل -١٠٧- تركيز الايونات في البلازما . اذا ما عبر عن هذه التراكيز بالمكافئات الملية في اللتر ، فأن مجموع تركيز الايـون سيكون مساويا لمجموع تركيـز الايـون السـالب (١٤٥=١٠٥+٢٦+١٤) .

بينما تركيز الكلورايد هو (Cl^-) هو ١٠٥ مكـافيء ملي في اللتـر والبايكربونات (HCO_3^-) ٢٦ مكافيء ملي في اللتر ، والبروتين (Pr^-) ١٤ مكافيء ملي في اللتـر

وعليه فان ١٤٥ = ١٠٥+٢٦+١٤

السائل داخل الخلايا : (Intracellular Fluid)

ان الايونات الرئيسة ذات الشحنة الموجبة الموجودة داخل الخلايا هي البوتاسيوم والمغنيسيوم بينما الايونات ذات الشحنة السالبة هي البروتين والفوسفات والكبريتات وان تركيز البوتاسيوم في الخلايـا يكون مشابها لتركيز الصوديوم في السائل خارج الخـلايا ، اي ١٥٠ مكافيء ملي في اللتـر

ويجب الملاحظة بانه على الرغم من ان الصوديوم والبوتاسـيوم لهما خواص كيمياوية متشابهة ، فانهما في الجسم مادتان مختلفتـان جدا ولايمكن مبادلة الواحد بالاخر اطلاقا

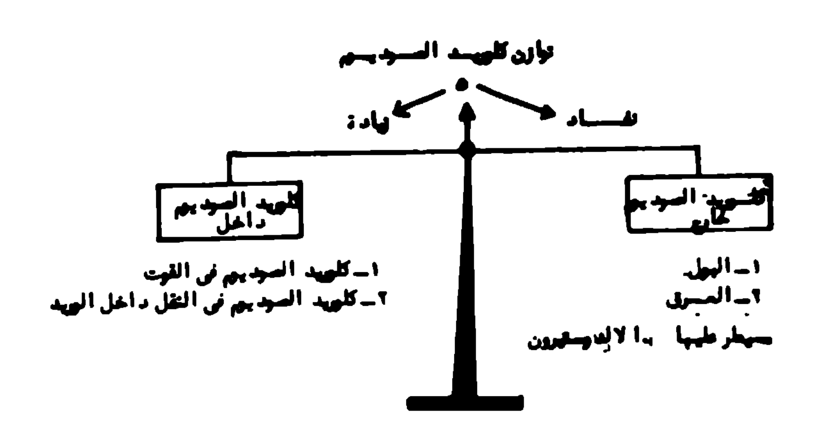
الصـــوديوم

SODIUM

ان الملح الرئيس للصوديوم الموجود في الجســـم هو كلوريـــد الصوديوم وهذه هي المادة غير العضوية الوحيدة التي تؤكل كما هي في الطعام (الملح الاعتيادي) وكل متطلبات الجسم من المواد غير العضوية الاخرى تجهز عن طريق وجودها في الطعام المأكول

تـوازن الصوديوم : (Sodium Balance)

تداوم الموازنة بين كلوريد الصوديوم المستحصل يوميا وبـــين كلوريد الصوديوم المفقود (شكل ١٠٨) . فيستحصل الجسم كلوريد الصوديوم عن طريق نقل المحلول الملحي المتساوي التوتر داخل الوريد . ويفقد الجسم كلوريد الصوديوم عن طريق البول والعرق .



شكل ـ١٠٨ـ العوامل المنظمة للتوازن الملحي للجسم .

وفي الظروف الطبيعية ، فأن كميات كلوريد الصوديوم المأخوذة هي اكثر من تلك التي يفقدها عن طريق العرق او الزائدة منه فيبرز فـــي البول وتتداول الكليتان كميات هائلة من كلوريد الصوديوم . فـــأن الترشيح الكبيبي في اليوم لـ ١٧٠ لترا من الماء الذي يحتوي على ٩ر٠٪ من كلوريد الصوديوم يعني ترشيح ١٥٠٠ غراما من كلوريد الصوديوم . فاذا كان الخارج منه ١٥ غراما ، فأن ١٤٨٥ غراما يعاد امتصاصهـــا يوميـــا

تنظيم اعادة امتصاص الصوديوم

: (Regulation of Sodium Reabsorption)

ان ادامة موازنة الصوديوم تكون تحت تأثير الهورمون الدوستيرون (Aldosterone) من قشرة الكظر فيزيد الالدوستيرون من اعادة امتصاص الصوديوم بواسطة نبيبات الكلية ويقلل من محتوى الصوديوم في العرق .

ان اي نقص في الصوديوم يؤدي الى زيادة الالدوستيرون الدائر والذي سيؤدي بدوره الى احتباس الصوديوم في الكليتين وان آلية السيطرة على زيادة تحرير الالدوستيرون غير مفهومة تماما ولكنها قد تكون من المحتمل نتيجة لزيادة انتاج الرنين بواسطة الكلية والذي يتبعه تكوين الانكيوتنسين ويحفز الانكيوتنسين تحرير الالدوستيرون من قشرة الكظر

وفي حالات حرمان الصوديوم الشديد فأن كلوريد الصوديوم قد يختفي كلية من البول حيث ان جميعه يعاد امتصاصه

نقص الصوديوم : (Hyponatraemia) :

اذا ما تم شرب كميات كبيرة من الماء ، فأن الصوديوم في الجسم سيتخفف وسيؤدي هذا الى نقص الصوديوم . وبما ان المهم هو تركيز الشوارد في الماء وليس مجموع الشوارد في الجسم ، فأن اي زيادة في ماء الجسم ستقلل من تركيز الصوديوم والبوتاسيوم

ان اثار شرب الماء الكثير يؤدي ال ىحالة تسمى تسمم الماء والتي تؤدي الى خزب الخلية والآم الراس والقيء والمعص المؤلم

ان حقيقة نقص الصوديوم يؤدي الى المعص العضلي المؤلم (Painful Muscle Cramps)

كان اول من اظهرها هالدين (Haldane) عند وقادي الالات البخارية حيث سميت الحالةبمعص الوقادين (Stoker's Cramp) .
فالوقادون يشتغلون في محيط حار جدا ويتعرقون بغزارة وان نقص الصوديوم هو نتيجة لهذا التعرق الشديد ، وكلوريد الصوديوم هو الذي يفقد عن طريق العرق والماء وحده هو الذي يعوض بالشرب فقط.
يعالج المعص العضلي المؤلم بتناول حبوب الملح والماء

زيادة الصوديوم :

ان زيادة الصوديوم تسمى (فرط الصوديوم(Hypernatraemia) والتي يصاحبها عدم كفاية الماء لتوافق الصوديوم في الجسم واثارها

هو العطش وجفاف الاغشية المخاطية والحمى والاستثارية العصبية (Nervous Irritability) · ويصبح الجلد ذبلا ويؤدي الانكاز الى صدمة الدورة الدموية ونقص في حجم البول

البوتاسيوم
POTASSIUM

ان البوتاسيوم هو الايون الرئيس ذو الشحنة الموجبة في الخلايا (١٥٠ مكافىء ملي في اللتر) .

ان كمية البوتاسيوم في البلازما قليلة جدا اذ ان مستواه هو ٥ مكافئات ملية في اللتر وهذا يمثل البوتاسيوم المنتقل من السبيل الهضمي الى الخلايا حيث يخزن وعلى الرغم من ان مستوى هذه الخمسة مكافئات ملية في اللتر قليلة جدا ، فان لادامتها اهمية كبيرة . وان البقاء على قيد الحياة يكون ممكنا فقط اذا ما اديم المستوى بين ٣و٨ مكافئات ملية في اللتر

اعادة امتصاص البوتاسيوم (Reabsorption of Potasium) :

ان الزائد من البوتاسيوم يبرز في البول واليته معقدة ، اذ من المحتمل ان جميع البوتاسيوم في الراشح الكبيبي يعاد امتصاصه في النبيبات الدانية وان بعضا من البوتاسيوم يفرز في البول في الجزء القاصي من النبيبات .

ان آلية افراز البوتاسيوم يظهر انها تشترك مع آلية افراز ايونات الهيدروجين من الاحماض الزائدة فاذا ما كان البوتاسيوم المراد افرازه عاليا ، فانه سيسبب منع ابعاد الاحماض الزائدة من الجسم، وستحتبس هذه الاحماض . وهذا الجمع بين زيادة البوتاسيوم وزيادة الاحماض في الدم يطلق عليه فرط حماض الدم البوتاسمي الايضي · (Hyperkalaemic Metabolic Acidosis)

واذا كان بوتاسيوم الدم واطئا ، فان الكمية المفرزة منه في الراشح ستكون قليلة جدا وبدلا من ذلك سيزداد افراز الاحماض بواسطة نبيبات اللكية في البول .

وان حرمان الحمض في الجسم الذي يصاحبه نقص في البوتاسيوم يسمى نقص قلاء الدم البوتاسمي الايضي (Hypokalaemic Metabolic Alkalosis)

نقص البوتاسيوم (Potassium Lack) :

ان نقص البوتاسيوم قد يكون بسبب كثرة استعمال المبيلات او من كثرة التقيء او من كثرة استعمال الملينات (Laxatves) · واثـــــاره معقدة وهي تشمل الضعف العضلي ، التعب ، التمدد المعدي ، والبـوال (Polyurit)والشلل

وخلافا لايونات الصوديوم التي يعاد امتصاصها كلية عندما يكون مستوى الصوديوم في البلازما واطئا ، فان ايونات البوتاسيوم لا تختفي من البول عندما يكون مستواها في البلازما واطئا ونتيجة لذلك فان فقدان البوتاسيوم سيستمر وتتردى حالة المريض حتى يزداد مقـــدار البوتاسيوم المأخوذ .

ان البوتاسيوم الواطىء في البلازما تجعل الشخص حساســـا للديجيتال بافراط .

المبيـــلات

DIURETICS

ان سائل الخزب اساسا ، هو محلول متساوي التوتر لكلوريد الصوديوم . وان احدى طرق مقاومة الخزب هو اعطاء المبيلات للمريض. ان هذه المواد تقلل من اعادة امتصاص الصوديوم (وبالتالي الماء) بواسطة الكلية وبذلك تزيد من فقد الصوديوم والماء في البول .

المرساليل (Messalyl) :

وهو مركب عضوي للزئبق يعطى بشكل حقن في العضلة . وهو يؤثر على النبيب الملفوف الداني حيث يقلل من قابليته في اعادة امتصاص الصوديوم والماء .

البنزوثياديازين (Benzothiadiazine)

مبيلات (وتشمل الكلوروثيازايـــــــد (Chlorothiazide) والهيدروكلوروثيازايد (Hydrochlorothiazide) تعمل بطريقـــة مشابهة ولكنها افضل لكونها تعطى عن طريق الفم . وحيث ان كمية اقل من الصوديوم يعاد امتصاصها في النبيب الداني ؛ فان تركيز الصوديوم في النبيب القاصي سيكون اعلى . وهذا ما سيساعد على ابراز البوتاسيوم بدلا من قسم من هذا الصوديوم ، في النبيب القاصي ويؤدي الى حرمان البوتاسيوم الا اذا اخذت عن طريق الفم كمية اضافية من البوتاسيوم .

السبايرولاكتون (Spirolactone) :

وهو مبيل يعمل بمضادة الالدوسيترون ولذا فانه يقلل من اعادة

امتصاص الصوديوم في النبيب القاصي ويزيد من فقدان الصوديوم ويقلل من فقدان البوتاسيوم .

ومن المبيلات الاخرى التـــراى اميتريـــن ((Triametrine)) والتي تمنع من تبادل البوتاسيوم محل الصوديوم في النبيب القاصي .

ادامة ب.هـ الدم

Maintenance of Byood PH

على الرغم من كون البول المتكون بواسطة الترشيح الكبيبي قلويا (ب . هـ =٤ر٧) ، فان البول الذي يصل الى نبيبات التجميع يكون حامضا . وذلك لاضافة ايونات الهيدروجين الى الراشح بعملية الافراز اثناء مروره في النبيب .

وفي قوت يحتوي على كمية كافية من البروتين ، يكون هناك تكونا مستمرا لحمض الكبريتيك وذلك لان الحمضيين الامينيين السيستيين (Cysteine) والميثايونين (Methionine) يحتويان على الكبريت اضافة الى الكربون والهيدروجين والنايتروجين والاوكسجين ويتأكسد هذا الكبريت في الجسم الى حمض الكريتيك .

ويدرىء حمض الكبريتيك مؤقتا في البلازما بواسطة بايكربونات الصوديوم ، ويحفز التنفس لادامة ب.هـ الدم في مستواه الصحيح عند ٤ر٧ ولكن التصحيح النهائي يحدث في الكلية حيث يبـــرز حمض الكبريتيك .

ويبرز حمض الكبريتيك بشكل دارىء . وتفرز ايونات الهيدروجين والكبريتات المصاحبة لحمض الكبريتيك بواسطة خلايا الكلية النبيبية الى الراشح وتتبادل ايونات الهيدروجين محل ايونات الصوديوم وتحول فوسفات الدايصوديوم هيدروجين (Disodium Hydrogen Phosphate) الى فوسفات الصوديوم دايهيدروجين وتكون ايونات الصوديـــوم والكبريتات كبريتات الصوديوم .

فوسفات الدايصوديوم هيدروجين + حمض الكبريتيك ⟵

فوسفات الصوديوم دايهيدروجين + كبريتات الصوديوم

وبذلك فان حمض الكبريتيك يبرز على شكل كبريتات الصوديوم وفوسفات الصوديوم دايهيدروجين .

ان ب.هـ محلول فوسفات الصوديوم دايهيدروجين هو ٥ر٤ ، بينما ب.هـ محلول فوسفات الدايصوديوم هيدروجين هو ٥ر٨ . وعند وجود الاثنين سوية فان الـ ب.هـ عندئذ يقع بين ذلك الحدين (شكل ١٠٩) وهما يكونان نظاما دارئا يسمح فيه بابراز الاحماض دون ان يتغير ب.هـ البول تحت ٥ر٤ (شكل ١٠٩)

ويبرز حمض الكبريتيك كذلك على شكل كبريتات الامونيـــوم اذ تتكون الامونيا من الحمض الاميني كلوتامين (Glutamine) بواسطـــة خلايا نبيب الكلية .

وعلى الرغم من ان البول قد يكون له اي ب.هـ بين ٥ر٤ و ٥ر٨ فانه في خليط قوتي طبيعي يكون ب.هـ البول في حدود ٣ر٥ـ٧

البول القلوي (Alkaline Urine)

عند الاعتماد على قوت نباتي ، فان العمليات الايضية قد تؤدي الى زيادة القلويات في الجسم بدلا من زيادة الحمض (انظر السترات اسفل) وفي مثل هذه الحالة تفرز نبيبات الكلية ايونات الهيدروكسيل بدلا من ايونات الهيدروجين في الراشح مسببة بذلك تكون البول القلـــوي وستتحول فوسفات الدايهيدروجين صوديوم الى فوسفات الدايصوديوم هيدروجين وان القلويات الزائدة ستبرز بهذا الشكل وعلى شـــكل بيكاربونات الصوديوم .

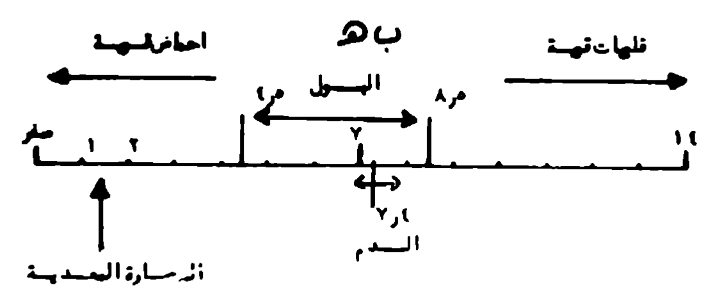
تلاشي الايونات :

على الرغم من ان الكليتين هما طريق الابراز للاملاح غير العضوية الزائدة المأخوذة بواسطة الفم ، فان قسما من الايونات المأكولة يظهر انهـا تتلاشى دون ان تظهر في البول .

عند تناول ستـــرات الصوديـــوم (Sodium Citrate) او ترترات الصوديوم (Sodium Tartarate) (الموجودة في الفواكه الحمضية) ، فان ايونات السترات والترترات تتحول بعملية الايض الى البيكاربونات وثاني اوكسيد الكربون والماء وتتـــكون بيكاربونات الصوديوم . اما ثاني اوكسيد الكاربون فانه يطرح خارجا في هواء الزفير

ان تناول سترات الصوديوم وترترات الصوديوم يكون مساويا لاخذ بيكاربونات الصوديوم وهو يؤدي الى القلاء (Alkalosis)

ان ايونات اللاكتات (Lactate Ions) تتحول ايضـــا الى البيكاربونات بالايض وسترات الصوديوم هي اكثر مقاومة للحرارة ، ولذا فانه يكون من الاسهل تعقيمها من بيكاربونات الصوديوم والتي تميل



شكل ــ١٠٩ــ بابراز فائض الاحماض او فائض القلويات فان الكلية تديم ب.هـ الدم في ٤ر٧ . فيدرىء البول وهذا ما يمكن من ابراز الاحماض والقلويات في مجال ب.هـ بولي محدد بين ٤ر٥ الى ٥ر٨ .

الى اعطاء ثاني اوكسيد الكربون والتحول الى كاربونات الصوديوم ــ صودا الغسيل ــ الشديدة القلوية)

ولهذا السبب فان لاكتات الصوديوم غالبا ما تستعمل بدلا من بيكاربونات الصوديوم في سوائل التسريب .

ان ايون الامونيوم مثال على الايون ذو الشحنة الموجبة الذي يستطيع التلاشي اذ هو يتحول الى اليوريا في الجسم ويبرز مركب اليوريا المتعادل غير المتاين هذا في البول . ولذا فان تناول كلوريد الامونيوم يؤدي الى الحماض كنتيجة لتحوله الى اليوريا وحمض الهيدروكلوريك .

تسريب المحلول الملحي (Saline Infusion) :

مما تجب ملاحظته هو ان المحلول الملحي المتساوي التوتر له ب.هـ ٧ ويكون نسبيا حامضا مقارنة ب ب.هـ الدم ٤ر٧ . واذا ما اخذت كميات كبيرة من السائل داخل الوريد ، فانه يجب ابدال قسم من كلوريد الصوديوم ببيكاربونات الصوديوم القلوية (او لاكتات الصوديوم التي تتحول الى بيكاربونات الصوديوم في الجسم) .

اختلال التوازن الحمضي القلوي
(Derangements of Acid-Base Balance)

التنفس والكلية في حموضة وقلوية الدم :

يشمل الفحص المفصل لحالة حموضة الدم او قلويته تعيين كمية ثاني اوكسيد الكربون المذابة في البلازما وكذلك تعيين مستوى البيكربونات فيها . والقيم الطبيعية هي : ثاني اوكسيد الكربون في المحلول ٣ سم٣ في

كل ١٠٠ سم٣ من الدم (اي ٣ر١ مكافىء ملي في اللتر) والبيكربونات ٢٦ مكافىء ملي في اللتر (والذي سيحمل ٦٠ سم٣ من ثاني اوكسيد الكاربون في كل ١٠٠ سم٣ من الدم) .

واذا كانت كمية ثاني اوكسيد الكاربون المحمولة في البلازما على شكل بيكربونات الصوديوم هي عشرين مرة ثاني اوكسيد الكاربون المذابة فسيكون ب.هـ البلازما في المستوى الصحيح لـ ٤ر٧

ويمثل هذا تخطيطيا (شكل ١١٠) فهناك ميزان احد ذراعيه عشرين مرة اطول من الاخرى فاذا اعتبرنا ثاني اوكسيد الكربون الذي على شكل البيكربونات متصلا بالذراع القصيرة ، وان ثاني اوكسيد الكربون المذاب متصلا بالذراع الطويلة فان كمية ثاني اوكسيد الكربون المذابة يجب تكبيرها ٢٠ مرة حتى يحصل توازن الكفتين وسيؤشر مؤشر الميزان على ٤ر٧

ان مثل هذا التوازن يمكن ان يضطرب بطريقتين . فقد تصبح احدى الكفتين اخف او ان تصبح الكفة الاخرى اثقل ان التغيرات التي تحدث اساسا بسبب تغيرات تركيز البيكاربونات يطلق عليها ايضية .

والتغيرات التي تحدث اساسا بسبب تغيرات في ثاني اوكسيد الكربون المذاب تسمى تنفسية .

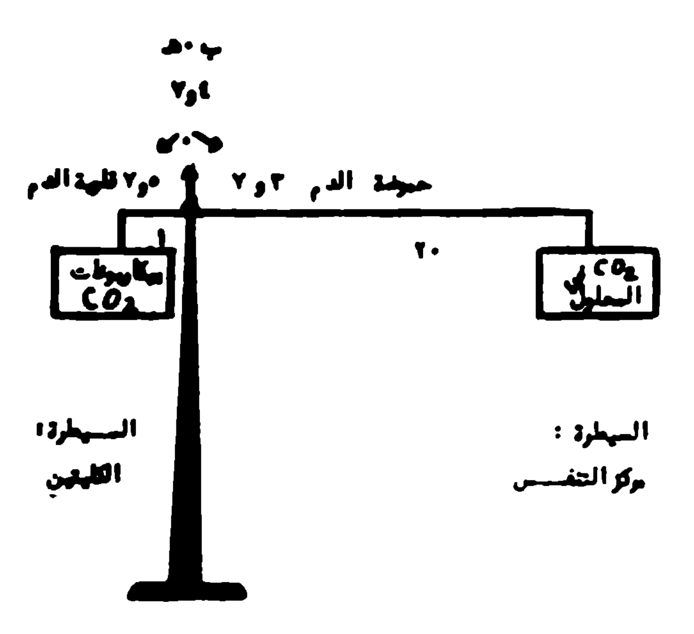
تعين بيكاربونات الصوديوم في البلازما بواسطة القوت وبواسطة تكوين او ابراز بيكاربونات الصوديوم بواسطة الكليتين . ان البيكاربونات القياسية هي الكمية المقاسة تحت ظروف قياسية لتوترات الغاز PCO_2 = ٤٠ ملم زئبق و PO_2 = ١٠٠ ملم زئبق)

ويعين ثاني اوكسيد الكاربون المذاب بنسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الهواء السنخي وهذا يعين بواسطة التنفس .

هبوط ال ب.هـ :

اذا ما انحرف المؤشر (شكل ١١٠) الى اليمين ، فان هذا يمثل هبوطا في ال بهـ اي حموضة الدم (او الحامض) . ومثل هذا التغير يمكن ان يحدث اما بسبب نقص في مستوى بيكاربونات الصوديوم (حموضة الدم الايضية) او بزيادة ثاني اوكسيد الكاربون المذاب (حموضة الدم التنفسية)

تحدث حموضة الدم الايضية عند دخول الاحماض الى الدم . وقد تكون هذه الاحماض مثل حمض الكبريتيك وحمض الفوسفوريك من المشروبات الغازية او الحمض الايضي مثل حمض اللاكتيك اثناء التمرين . او حمض الاسيتواستيك في البول السكري غير المعالج .



شكل ــ ١١٠ ــ اذا كان ثاني اوكسيد الكاربون المحمـــول في الــدم كبيكربونات ٢٠ مرة اكثر من ثاني اوكسيد الكاربون في المحلول فان ب.هـ الدم سيكون ٧٫٤ . ويمكن تمثيل هذا تخطيطيا بميزان احدى ذراعيه عشرين مرة اطـــول من الاخرى . فاذا اضطرب الميزان نتيجة تغيير في مستوى البيكربونات فان حموضة الدم او قلويته الناتجة يطلق عليها ايضية . واذا ما اضطرب الميزان نتيجة تغيير في ثاني اوكسيد الكاربون في المحلول فان حموضة الدم او قلويته الناتجة يطلق عليها تنفسية . ان الزيادة في ب . هـ الدم تسمى قلوية الدم والنقصان في ب . هـ الدم يسمـــى حموضة الدم .

ان حموضة الدم ، اي هبوط ال ب‌هـ في الدم تنبـــه التنفس عن طريق مركز التنفس وهذا التنبيه التنفسي سيـــؤدي الى خفض ثاني اوكسيد الكاربون المذاب وفي حموضة الدم الايضية فان المراحل الاولية تكون انخفاض البيكاربونات ولكن نتيجة حموضة الدم ستنبه مركز التنفس مسببة انخفاض ثاني اوكسيد الكاربون المذاب . ويحدث توازن جديد مع انخفاض بسيط فقط في ال ب‌هـ عن قيمته الطبيعية لـ ٧٫٤ ولكن بانخفاض البيكاربونات وثاني اوكسيد الكاربون المذاب سوية وتسمى هذه بحموضة الدم المعوضـــــة (Compensated Acidaemia) .

ويمكن اكتشافها بتقدير مستوى البيكاربونات في البلازما حيث يـــكون واطئا . وتكون نتيجة الاحماض الزائدة ابرازها عن طريق الادرار .

ان زيادة ثاني اوكسيد الكاربون المذاب تحدث في نقص التهوية عندما يستبقى ثاني اوكسيد الكاربون في الجسم . ويمكن احداث ذلك تجريبيا بتنفس خليط غازي يحتوي على نسبة عالية من ثاني اوكسيد الكاربون . واعتياديا فان هواء الغرفة لا يحتوي على ثاني اوكسيد الكاربون . وان تنفس ٥ ٪ ثاني اوكسيد الكاربون او ٧ ٪ منه في خليط هوائي سيؤدي الى حموضة الدم التنفسية .

ارتفاع الـ ب.هـ :

اذا ما انحرف المؤشر نحو اليسار وارتفع الـ ب.هـ فانه يطلق على هذه الحالة بقلوية الدم (Alkalaemia) . وقد يكون سبب ذلك زيادة البيكربونات في البلازما ، او لانخفاض مستوى ثاني اوكسيد الكاربون المذاب في البلازما .

ان زيادة بيكربونات الصوديوم في البلازما يتبع تناول بيكربونات الصوديوم او سترات او ترترات الصوديوم ، حيث تتحول الى بيكربونات الصوديوم بالايض . وتحدث الزيادة ايضا عند القيء عندما تفقد العصارة المعدية . اذ ان حمض الهيدروكلوريك في العصارة يتكون في المعدة بتحويل كلوريد الصوديوم الى حمض الهيدروكلوريك وبيكربونات الصوديوم . وفي الحالات الطبيعية فان حمض الهيدروكلوريك المفرز في المعدة يعـــادل بواسطة بيكربونات الصوديوم المفرزة في عصارة البنكرياس ، وعليه فان السوائل الداخلة الى الصائم (Jejunum) تكون متعادلة. واذا ما فقدت العصارة المعدية ، فان هذا سيمثل فقدانا لحمض الهيدروكلوريك وستكون في الجسم بعد ذلك زيادة في بيكربونات الصوديوم .

وينخفض غاز ثاني اوكسيد الكاربون المذاب عندما تهبط نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الرئتين . ولن يستطيع خليط غازي ان يسبب هذا ، حيث ان هواء الغرفة لا يحتوي على ثاني اوكسيد الكاربون وان اي خليط غازي لا يحتوي على اقل من هذه الكمية . وان ثاني اوكسيد الكاربون في الرئتين ينخفض في فرط التنفس وهذا يؤدي الى قلوية الدم .

وتهبط فعالية مركز التنفس في حالة قلوية الدم ونتيجة لذلك فان ثاني اوكسيد الكاربون يبقى في الدم ويزداد ثاني اوكسيــــد الكاربون المذاب ويحصل توازن جديد بزيادة البيكربونات وثاني اوكسيد الكاربون معا . ويصاحب هذا زيادة في مستوى البيكربونات .

ان زيادة قلوية الدم بسبب زيادة البيكربونات يطلق عليها قلوية الدم

الايضية . بينما يطلق على تلك الزيادة التي بسبب انخفاض ثاني اوكسيد الكاربون المذاب بقلوية الدم التنفسية . وفي كلتا حالتي حموضة الدم وقلوية الدم فان التصحيح الاني يكون تنفسيا ، اما التصحيح البعيد المدى فيكونا كلويا .

اعادة الامتصاص النبيبي للكلوكوز

TUPULAR REABSORPTION OF GLUCOSE

ان مستوى كلوكوز الدم في الحالات الطبيعية هو ٦٠ـ١٠٠ ملغم في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . ويحتوي الراشح الكبيبي نفس التركيب . وفي مثل تركيز الكلوكوز هذا فان خلايا النبيب تكون قادرة على تحويل الكلوكوز الى الدم بالنقل الفاعل ، ولن تمر اية كمية من الدم الى المثانة .

ولكن خلايا النبيب تكون محددة في كمية الكلوكوز التي تستطيع نقلها الى الدم في وقت معين (الحد النبيبي الاقصى للكلوكوز) .

وعندما يزداد مستوى كلوكوز الدم عن ١٨٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم٣ من الدم ، فان خلايا النبيب لن تستطيع اعادة امتصاص جميع الكلوكوز . ولذا فان بعض الكلوكوز يصل الى المثانة وتنتج حالة بيلة كلوكوزية (Glycosuria) .

اختبارات البول للكلوكوز (Urine Test for Glucose) :

الكلوكوز عامل مختزل يحول املاح النحاس الزرقاء (النحاسيك) الى مركبات النحاسوز الحمراء والاختبار القياسي للكلوكوز يكون باضافة ٨ قطرات من البول الى ٥ سم٣ من كاشف بنـدكت النوعي (Benedict's Qualitative) للسكر ومن ثم يغلى بشدة لمدة ثلاث دقائق ، فان تكون راسبا اخضر او اصفر او احمر يدل على وجـود الكلوكوز .

وفي طريقة القرص الكاشف ، فان خمسة قطرات من البول وعشر قطرات من الماء توضعان في انبوبة يضاف اليهما القرص . وان تفاعل القرص مع الماء يكون حرارة كافية لاحداث الغليان . ان تغير اللون يقارن مع لوحة اختبار . ان كلا هذين الاختبارين يعطي نتائج موجبة زائفة مع سكر الحليب (الكالاكتوز) .

وفي طريقة الشريط الكاشف ، فان الشريط يغمس في البول وعند وجود الكلوكوز فانه يتكون اللون بتاثير خميري وهذا الفحص خاص بالكلوكوز ولا يعطى سكر الحليب نتيجة موجبة معه .

التصفيـــة
CLEARANCE

التصفية مفهوم فرضي والذي يكون ذو فائدة عند النظر في وظيفة الكلية . ولشرحه فعلينا ان ننظر في ابراز مادة في البول كاليوريا .

فلو فرضنا بان ٣٠ غم من اليوريا تبرز يوميا ، فان متوسط ابراز اليوريا في كل دقيقة يكون ٢٠ ملغم .

ان مستوى يوريا الدم في الاحوال الطبيعية هو ٣٠ ملغم من اليوريا في كل ١٠٠ سم٣ من الدم . اي اننا نجد ٣٠ ملغم من اليوريا في كل ١٠٠ سم٣ من الدم .

وعليه فان ٢٠ ملغم من اليوريا سنجدها في $\frac{٢٠}{٣٠}$ × ١٠٠ ويساوي ٦٦ سم٣ من الدم .

وبدلا من ان نعتبر في ان جميع دم الجسم يفقد ٢٠ ملغم من اليوريا في الدقيقة ، فاننا نستطيع القول بان هذه تساوي الى ٦٦ سم٣ من الدم والتي تمت تصفيتها من اليوريا . واما الباقي فلم يحدث فيه اي تغير . وان الرقم ٦٦ هذا سيكون تصفية اليوريا (Urea Clearance) .

ان تصفية اليوريا تختلف قليلا مع جريان البول . وهي تكون حوالي ٥٤ سم٣ في الدقيقة عندما يكون الجريان ١ سم٣ بالدقيقة . ويزداد الى اقصى تصفية هو ٧٥ سم٣ في الدقيقة خلال الابالة عندما يكون الجريان اكثر من ٢ سم٣ في الدقيقة .

وعلى ذلك فان التصفية تعرف بانها حجم الدم الذي يحتوي على كمية المادة التي تبرز في البول في الدقيقة .

ويظهر هذا عقيما للوهلة الاولى وانه مفهوم مربك ، ولكنه يمكن من تعيين جريان دم الكلية وسرعة الترشيح الكبيبي في الانسان .

يصفى الدم بصورة كاملة من بعض المواد عند جريانه خلال الكلية . وبعد زرق مادة مثل حمض البارامينوهيبيوريك (Para-aminohippuric Acid) فانها تترشح في الكبيبة وتفرز في النبيبات ، ولذلك فان الدم عند وصوله الى الاوردة الكلوية يكون قد صفي تماما من حمض البارامينوهيبيوريك . ويمكن حساب تصفية مثل هذه المادة كالسابق من مستوى تركيز الدم ومن الكمية المبرزة في البول في الدقيقة . نتعطى التصفية جريان الدم في الكليتين ؛ حيث ان هذا

الحجم من الدم قد مر فعلا من خلال الكليتين وصفي تماما من المادة .

ان تصفية حمض البارامينوهيبيوريك من الدم هو ١٢٠٠ سم٣ في الدقيقة وتعين تصفية حمض البارامينوهيبيوريك هذا جريان الدم الكلوي .

ان تصفية حمض البارامينوهيبيوريك يكون تاما فقط اذا ما كان تركيز الدم واطئا . ولكن التركيز الواطيء يجعل التحليل الكيمياوي صعبا وللتغلب على هذه الصعوبة فانه يستعمل مشتق لحمض البارامينوهيبيوريك هو الهيبوران (Hippuran) والذي يحتوي على اليود المشع وتعين تركيز هذه المادة في البول وفي الدم وذلك بفعاليتها الاشعاعية وهذه القاعدة تسمح باستعمال جرع صغيرة جدا من هذه المادة

ان تصفية مادة كالاينولين (Inulin) مثلا والتي تترشح ولكنه لا يعاد امتصاصها ولا تفرز في النبيبات ، ستعطي كمية البلازما المترشحة في الدقيقة وتصفية الاينولين من البلازما هو ١٢٠ سم٣ في الدقيقة وهذا هو تعيين سرعة الراشح الكبيبي

ويستعمل تصفية الكريتنين (Creatinine) سريريا لاعطاء دلالة تقريبية لسرعة الراشح الكبيبي ولوجود الكريتينين في الدم فهي بذلك تمتاز عن الاينولين . وفي الرجل فانه يحدث بعض الافراز النبيبي ولذلك فغالبا ما يحصل على نتائج عالية جدا .

ويتبع ذلك بان اية مادة تصفيتها اعلى من تصفية الاينولين (كالبنسلين مثلا) يجب ان تفرز بواسطة نبيبات الكلية الى البول اضافة لترشيحها بواسطة الكبيبات . بينما اية مادة تصفيتها اقل من الاينولين يجب ان يعاد امتصاصها الى حد ما بواسطة نبيبات الكلية . وعليه فبما ان تصفية اليوريا هي اقل من تصفية الاينولين . فانها يعاد امتصاصها الى حد قليل على الرغم من كونها ناتج فضلة .

قصور الكلية

KIDNEY FAILURE

اذا ما قصرت الكلية لانتاج حجما كافيا من البول . فان منتجات الايض وزائد الاملاح غير العضوية والماء تبقى في الجسم . ولذا فيجب ان يحدد المأخوذ من الاملاح غير العضوية الى ما نفقد في التعرق وفي الغائط .

ويستخدم لذلك قوت من الكاربوهيدرات والدهن . ويجب تخفيض

كمية البروتين الى اقل حد ممكن ، وذلك لمنع حموضة الدم بسبب تجمع حمض الكبريتيك في الجسم كنتيجة لتحطم زائد الاحماض الامينية الحاوية على الكبريت والميثايونين والسستيين ولمنع تجمع اليوريا من تحطم زائد الاحماض الامينية .

ان مستوى يوريا الدم يراقب عادة وهو يرتفع في حالة القصور الكلوي من المستوى الطبيعي الذي هو ٣٠ ملغراما من اليوريا في كل ١٠٠ سم٣ من الدم الى ١٥٠ ملغراما في كل ١٠٠ سم٣ من الدم او اعلى . واية تغييرات في التوازن الحمضي القلوي كما يبين ب ب.هـ الدم ومستوى البيكاربونات يجب تصحيحها حالا

ولا تظهر امراض قصور الكلية حتى ينخفض سرعة الراشح الكبيبي من ١٢٠ سم٣ في الدقيقة الى اقل من ٣٠ سم٣ اي ان نصف كلية لا تزال تعمل وعندما تكون النسبة اقل من ذلك فان التحديد القوتي يكون واجبا . وعندما تهبط سرعة الترشيح الكبيبي من ١٢٠ سم٣ في الدقيقة الى اقل من ٢٥ سم٣ في الدقيقة فان السيطرة القوتية لن تكون فعالة وعندها تتطلب كلية اصطناعية او غرسة كلية لادامة الحياة .

ان الكلية الاصطناعية تستند على مبدأ الانفاذ (Dialysis) اذ يقنن (Cannulated) شريان (عادة في الساعد) حيث يدخل دم المريض الى الكلية الاصطناعية . وهنا يفصل الدم عن السائل المنفذ بواسطة غشاء نصف نفوذ (Semipermeable) فيسمح الغشاء لزائد الاملاح الغير عضوية والماء والميضات ان تنتشر من خلاله الى السائل المنفذ ولكنه يمنع مرور خلايا الدم او بروتينات البلازما . ومن ثم يعود الدم الى الجسم عن طريق وريد الساعد . ان القنيات البلاستيكية عادة ما تترك في موضعها ، ولمنع التجلط عند عدم استعمالها فانها تربط سوية لتعمل تحويله شريانية وريدية .

ان الجوف الخلبي (Peritoneal Cavity) للمريض قد يستعمل كغشاء نصف نفوذ . فيدخل السائل المنفذ الى هذا التجويف . وتعرف هذه الصنعة بالانفاذ الخلبي (Peritoneal Dialysis) .

غرس الاعضاء

ORGAN TRANSPLANTATION

غرسات الكلية (Kidney Transplants) :

ان الكلية كانت العضو الاول الذي تم غرسه من الشخص معط لشخص مستلم وان اختيارها كان بلا شك بسبب حقيقة ان هناك

اعدادا كبيرة من المرضى في حالات القصور الكلوي الحاد الذين يستفيدون من غرسة الكلية وبان لكل شخص كليتين وانه يستطيع ادامة الوظيفة البولية الطبيعية بكلية واحدة وان غرس الكلية ليس بالصنعة الصعبة وذلك بسبب سهولة الوصول الى الشريان الكلوي والوريد الكلوي والحالب دونما تشريح معقد

توضع الكلية المغروسة عادة في الحوض . ويحصل على تجهيز الدم من الاوعية الدموية الحرقفية . ويدخل الحالب مباشرة في المثانة .

تفاعلات مستضد الضد (Antigen-antibody Reactions) :

ان المشكلة الرئيسة في غرس النسيج هو الرفض والظاهر ان الجسم يستطيع ان يميز نسيجه والذي يتقبله خلافا للنسيج الغريب الذي يرفضه . وعملية الرفض معقدة اذ قد تكون انية او قد تكون متاخرة .

ان البروتين الغريب يعمل كمستضد ، وهو ينبه الخلايا اللمفية الفاعلة مناعيا (خلايا مناعية Immunocytes) ومشتقاتها خلايا البلازما (Plasma Cells) لتكوين الضد (Antibody) .
ان الضد هو بروتين يوجد في جزء كاما كلوبيولين البلازما . ويعتقد بان الخلايا اللمفية الخاصة تنشأ في غدة التوثة (Thymus Gland) ولكنها تهاجر الى المواضع اللمفية الاخرى قبل الولادة .

ويتحد الضد مع المستضد ، وتفاعل المستضد مع الضد هذا يؤدي الى تلف المستضد ويتخذ هذا الرفض اشكالا مختلفة . فقد يتلف العضو المغروس كليا . ان رقعة من الجلد من شخص معطي قد تنسلخ بعد حوالي ثلاثة اسابيع بسبب هذا الرفض بينما تنمو رقعة من الجلد ماخوذة من جزء اخر من الجسم في الموضع الجديد . وفي حالة كريات الدم الحمراء الغريبة (نقل الدم غير المتقارن) فيكون الرفض انيا ويكون بشكل تلازن الكريات الغريبة .

واذا ما كان تفاعل مستضد الضد مصحوبا بتحرير الهستامين في الجلد فانه سيسبب الطفح ، ومن المحتمل تكون الجبار (تفاعل الاستجابة الثلاثية) وهذه تشاهد في حالة الخزب العصابي الوعائي (Angioneurotic Oedma) وبعض الحالات الارجية الاخرى
وشكل حاد من اشكال التسمم بالهستامين هو صدمة التاقي (Anaphylactic Shock) والتي تحدث بعد زرق بروتين غريب والذي سبق ان اصبح الجسم محسس به . ويجب الحذر مثلا عند اعطاء مصل ضد الكزاز (Antitetanus Serum) للتاكد من عدم

حصول اي تفاعل معاكس بهذا الخصوص . وانه من الافضل اعطاء جرعة اختبار اولية . ويمكن التقليل من تاثيرات الهستامين المحررة باعطاء مواد ضد الهستامين ولكن لا يمكن ابطالها تماما .

ان المستضد لا يجب ان يكون بروتينيا اذ انه حتى عنصر النيكل قد يعمل كمستضد ويحدث تاثيرا ارجيا للجلد عند استعمال مثبت من النيكل . وقد يظهر المريض حساسية للبنسلين .

تصنيف النسيج Tissue Typing :

عند التفكير بغرس عضو ما فان التصنيف المهم التالي بعد نظام (ABO) للكريات الحمراء يظهر انه جهاز مكان الكريات البيضاء البشرية (Human Leucocyte Locus HL-A) · ان مستضدات (HL-A) توجد في معظم الخلايا والانسجة والخلايا اللمفية والصفيحات تكون على الاخص غنية بهذه المستضدات .

لقد تم تميز ١١ مستضد (HL-A) عالميا لحد الان وان لكل شخص مجموع اربعة مستضدات (HL-A) اثنان لكل من السلسلتين التاليتين :

السلسلة الاولى ١،٢،٣،٩،١٠،١١،

السلسلة الثانية ٥،٧،٨،١٢،١٣

ولحد الان لا توجد مستضدات ٤،و٦

وعليه فان تصنيف مريض يعبر عنه بالشكل التالي
١٢،٣/٧،٢

وتماما كما انه في تعيين تصنيف (ABO) فالمريض يحتاج الى مضادات (A) و (B) (من السهل الحصول عليهما من مصل لمعطيين من (زمرة A وزمرة B على التوالي) ، لذا فان تعيين مستضدات (HL-A) يحتاج الى مصل يحتوي على مضادات (HL-A) ·
ويمكن الحصول على مضادات (HL-A) من

١ ـ المتطوعين اللذين سبق وان زرقوا تحت الجلد بخلايا لمفية تحمل مستضدات (HL-A) ·

٢ ـ المرضى الذين سبق وان تمت عملية نقل الدم لهم عدة مرات . وحيث ان تصنيف (HL-A) · لا يؤخذ بنظر الاعتبار اثناء عملية نقل الدم ، فان كثيرا من عمليات النقل هذه تكون غير متقارنة وتسبب تكوين مضادات .

٣ ـ النساء اللواتي سبق وان ولدن عدة اطفال واصبحت لهن مناعة بسبب وجود جنين يحمل مستضدات (HL-A) من الاب .

٤ ـ ومصدر اخر هم المرضى الذين رفضوا الكلية والغرسات الاخرى والتي لم تكن متالفة مع (HL-A) .

انمضاد (HL-A) يتلف الخلايا اللمفية من شخص من نفس زمرة مستضد (HL-A) عندما يحضنان سوية . وهذه الحقيقة تستعمل لتعيين مجاميع (HL-A) للمريض وقد تستعمل الصفيحات كبديل لذلك .

وعلى الرغم من ذلك فان الاعضاء ضعيفة تقارن (HL-A) لا ترفض دائما .

كبت الاستجابات المناعية :

ان غرس العضو الناجح اصبح فقط ممكنا بتطوير وسائل كبت عمليات الرفض وهذا ما يهدف اليه اساسا بتخفيض كمية الخلايا اللمفية الدائرة .

تتكون الخلايا اللمفية بواسطة الانسجة اللمفية ونخاع العظم ويتأثر تكوين الخلايا اللمفية في خلايا الدم الاخرى بواسطة الاشعاع المتأين كالاشعة السينية وبعض الكيمياويات السامة للخلايا ، ولذلك فانه يمكن تخفيض الخلايا اللمفية بتشعيع النسيج اللمفي او باعطاء ادوية كبت المناعة (Immuno-suppresive) .

وقد استخدم اخيرا مصل مضاد للخلايا اللمفية لتحطيم الخلايا اللمفية .

وكما سنرى فيما بعد فان هورمونات قشرة الكظر لها تاثير في كبت الاستجابات الارجية ، وان مستويات عالية من الكورتزون قد استخدمت كمقياس اضافي لكبت الرفض .

ولسوء الحظ . فان التخفيض غير النوعي للكريات البيضاء الدائرة يسبب في كثير من هذه الاجراءات زيادة استعداد المريض للخمج .

وتكون الظروف المعقمة للمريض مع حاجز التمريض ضرورية بعد اجراء الغرس وعلى الرغم من ان مستوى ادوية كبت المناعة قد تقلل بعد فترة من الزمن . فان ادامة جرعة مناسبة قد تكون ضرورية لبقية حياة المريض .

غرسات الاعضاء غير الكلية

لقد مكن تطوير ادوية كبت المناعة لاجراء غرسات اعضاء اخرى ، ان القلب يضرب بسبب صفات العضلة القلبية الموروثة . وهو يضل يضرب حتى بعد ازالة تعصيبه . وهذا يعني انه في عملية غرس القلب لا توجد هناك ضرورة لخياطة الاعصاب الواصلة الى القلب .

والنتائج الحديثة اثبتت بانه اذا ما تمت السيطرة على مشكلة الرفض ، فان هذا القلب المغروس يستطيع ادامة دوران كاف .

ان التجارب الحيوانية ادت الى الاعتقاد بان اعصاب الجهاز العصبي المستقل (Autonomic Nervous System) ستنمو وتعيد تعصيب القلب المغروس بعد شهور قليلة وسيكون القلب مرة اخرى تحت سيطرة المركز القلبي في النخاع .

ان غرس الاعضاء الاخرى تشمل الكبد في معالجة قصور الكبد ، والبنكرياس في علاج البول السكري .

وان بعض انسجة الجسم لا تعمل كمستضدات ، وان عملية غرسها لا تمثل مشكلة مناعية . ومثل هذه الانسجة تشمل قرنية العين (ترقيع القرنية) والعظم .

ولا يوجد هناك تفاعل مناعي عند غرس عضو من توام متماثل (Identical Twin)

وسيكون في المستقبل من الممكن اجراء عملية غرس الاعضاء على اساس «زمرة العضو» بنفس الطريقة التي تتم فيها عملية نقل الدم على اساس «زمرة الدم» . وانه من السابق لاوانه التنبوء ما اذا كانت خلايا الكلية او خلايا الكبد . . . الخ ستكون لها نظم زمر خاصة بها .

١٤ ـ تنظيم درجة الحرارة

TEMPERATURE REGULATION

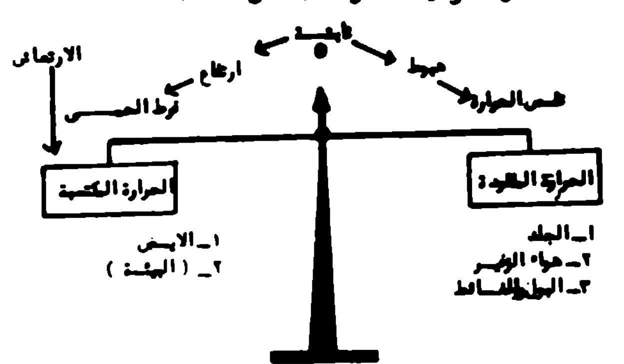
يستطيع الشخص ادامة درجة حرارة جسمه المركزية ، اي درجة حرارة الدماغ ، والتجويف الصدري والتجويف البطني ، بمقدار ثابت مستقل عن درجة حرارة محيطه الخارجي وهو بهذه الطريقة يختلف عن الحيوانات ذات الدم البارد والتي تختلف درجة حرارة جسمها مع درجة حرارة محيطها الخارجي .

ليس للانسان فرو على جلده ، ولكن له تحت جلده دهن يلعب دورا في حفظ الحرارة . ولمنع فقد الحرارة الزائد في الجو البارد ، فانه يغطي جلده بالملابس . وهذه الملابس تحتجز الهواء الساخن القريب من الجلد وتكون محيطا موضعيا خارجيا يأخذه الانسان معه اينما ذهب . وبهذه الطريقة اصبح الانسان الوحيد الذي يستطيع ادامة حرارة جسمه ، وبذلك يستطيع العيش في المناطق القطبية والاستوائية على حد سواء .

ادامة درجة حرارة مركزية ثابتة

MAINTENANCE OF A CONSTANT CENTRAL BODY TEMPERATURE

ان ثبات درجة حرارة الجسم تتم بادامة التوازن المستمر بين الحرارة المستحصلة والحرارة المفقودة (شكل ١١١) . فاذا ما استحصلت



شكل ـ١١١ـ تبقى درجة الجسم ثابتة اذا ما كانت الحرارة المكتسبة مساوية للحرارة المفقودة . واذا زادت الحرارة المكتسبة عن الحرارة المفقودة ، فان درجة حرارة الجسم سترتفع مؤدية الى حالة فرط الحمى . اما اذا زادت الحرارة المفقودة عن الحرارة المكتسبة ، فان درجة حرارة الجسم ستهبط مؤدية الى حالة نقص الحرارة .

حرارة اكثر مما يفقد . فان درجة حرارة الجسم سترتفع . واذا ما كانت الحرارة المفقودة اكثر من المستحصلة، فان درجة حرارة الجسم ستهبط . ان الحرارة تستحصل بالايض . وفي الراحة . فان الحدثيات الايضية للجسم تنتج حوالي ٧٠ سعرة كبيرة من الحرارة في الساعة . فاذا لم يكن هناك اي فقدان للحرارة ، فان انتاج الحرارة الايضية سيرفع من درجة حرارة الجسم درجة مئوية واحدة (١٫٨ درجة فهرنهايت) في كل ساعة ، وقد تنتج ضربة حرارية مميتة خلال ساعات قليلة .

وقد تستحصل الحرارة من المحيط الحار ، كما هو عند الجلوس في الشمس . او امام نار حارة . وتستحصل كمية قليلة من الحرارة بتناول طعام حار

ولادامة درجة حرارة جسمية ثابتة ، فان الحرارة يجب ان تفقد بنفس السرعة التي تستحصل بها ولذا فانه عند الراحة يجب فقدان ٧٠ سعرة حرارية كبيرة في الساعة . وتفقد الحرارة عن طريق الجلد وفي هواء الزفير ، وفي البول والغائط .

ويكون فقدان الحرارة الرئيس عن طريق الجلد . وتفقد الحرارة من الجلد بطريق الاشعاع والتوصيل والتنقيل وبتبخر الماء .

١ ــ الاشعاع (Radiation) :

يشع الجلد الحرارة بشكل اشعة تحت الحمراء والتي تستطيع احماء اي جسم صلب في مسارها . وعليه فانه عند الجلوس في غرفة ، فان الحرارة المشعة من جسم الشخص ستدفيء الجدران والارض والسقف وبالطبع اي شخص اخر يحدث ان يكون موجودا في الغرفة . وتعتمد كمية الحرارة المفقودة بالاشعاع على لون الملبس . فالاجسام السوداء تفقد (وتستحصل) الحرارة اسهل بواسطة الاشعاع ، ولا يمكن للاجسام البيضاء اللماعة ذلك لذلك فان الالبسة الفضية اللماعة التي يرتديها رواد الفضاء تحفظ الحرارة عند ترك كبسولة الفضاء والتعرض الى البرد الشديد للفضاء الخارجي وفي داخل الكبسولة فانه تضخ سوائل باردة حول داخل البدلة لمنع زيادة الحرارة عند لبسها .

٢ ــ التوصيل (Conduction) :

وتفقد الحرارة ايضا بالتوصيل فان الحرارة توصل الى الكرسي الذي يجلس عليه الشخص او اي جسم اخر يكون في تماس معه .

والحرارة تفقد بهذه الطريقة بسهولة جدا الى اي جسم جيد التوصيل للحرارة كالمعدن . ولكن الحرارة المفقودة تكون قليلة جدا خلال موصلات رديئة التوصيل للحرارة كالملابس والاقمشة المغلفة للكراسي .

٣ ــ التنقيل (Convection) :

وبعض الحرارة تفقد بواسطة التنقيل . فيدفيء الهواء القريب من الجلد

...ـب يرتفع ليحل محله هواء اخر بارد من مستوى الارض وبنتيجة تيارات التنقيل فان درجة حرارة الغرفة غالبا ما تكون اعلى عنـــد مستوى السقف مما هي في مستوى الارض .

٤ ـ تبخر الماء (Evaporation of water) :

ان فقدان الحرارة بتبخر الماء من الجلد طريقة مهمة جدا لفقدان الحرارة في محيط دافيء فالغدد العرقية هي تحت سيطرة الجهـــاز العصبي الودي . وعندما يكون فعالا فانها تصب العـرق على ســطح الجلد . فاذا ما تبخر هذا العرق ، فان الجلد سيبرد . ومن ناحية اخرى اذا ما ازيل هذا عن الجسم ، فان تأثيره في التبريد سيزول . وان تبخر ٢ سم٣ من العرق عن الجلد سيسبب فقدان سعرة حرارية واحدة من الحرارة .

ان التعرق وتبخر العرق طريقة فعالة جدا لتبريد الجسم عندما يكون هواء المحيط الخارجي جافا واذا ما كان الجو رطبا فان العرق سوف لن يتبخر ولن يكون عندئذ للتعرق اي فعل تبريدي .

ان التعرق هو الوسيلة الوحيدة المتيسرة للجسم لادامة درجـــة حرارته الطبيعية عندما تكون درجة حرارة المحيط الخـارجي اعلى من ٣٧°م (٩٨٫٤°ف) وفي مثل هذه الظروف فان الجســـم سيستحصل الحرارة ولا يفقدها بالاشعاع او التوصيل او التنقيل .

ان الجسم بحاجة الى التعرق لا لفقد الحرارة الناتجــة عن الايض فقط . بل لابطال مفعول الحرارة المستحصلة بالطرق الاخرى

وعلى فرض كون الهواء المحيط بالجسم جافا ، فانه من الممكن ادامة درجة حرارة الجسم الطبيعية في درجات حرارة محيطية عالية تقرب من درجة غليان الماء واذا ما كانت الرطوبة المحيطية عالية جدا ، فتكون درجة حرارة ٢٧°م (٨٠ف) غير مريحة .

يكون هواء الزفير مشبعا كليا ببخار الماء ويفقد الجسم الحرارة بتبخر الماء . وليست الحرارة المفقودة بهذه الطريقة كبيرة جدا في الظروف الطبيعية . ولكنها قد تكون عالية اذا ما كان الهواء المتنفس جافا جدا او اذا ما كان المريض مفرط التنفس لاي سبب كان

ان البول والغائط يتركان الجسم في درجة حرارة ٣٧°م (٩٨٫٤ف)، ومن الممكن تعيين درجة حرارة طفل مثلا وذلك بقياس درجة حرارة البول الخارج وان الحرارة المفقودة بواسطة هذين المسلكين قليلة جدا

تنظيم درجة الحرارة

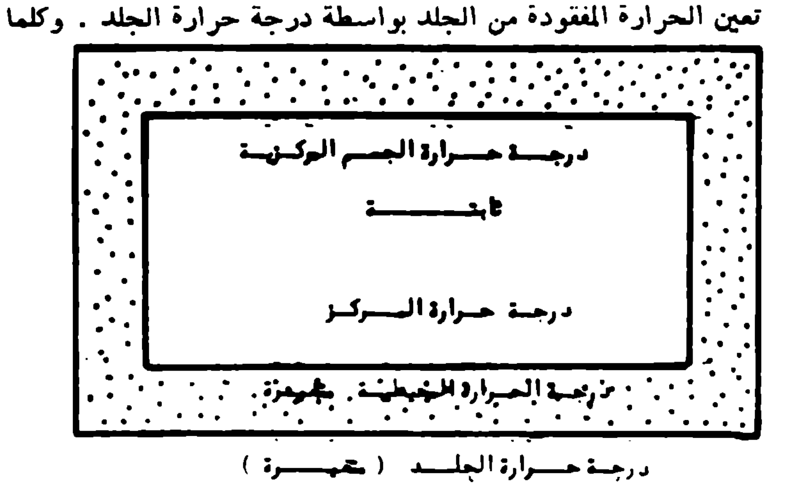
TEMPERATURE REGULATION

تنظم درجة حرارة الجسم بواسطة تحت المهاد (Hypothalamus) .

فاذا ما كانت الحرارة المستحصلة غير كافية ، فانه يمكن زيادة انتـــاج الحرارة باجراء التمـرين فيسبب هذا زيادة الايض واذا لم تجـــر التمارين في مثل هذه الحالات يحدث الارتعاش والارتعاش هو التقلص والانبساط اللاارادي للعضلات الارادية ، وهي تزيد من انتاج الحرارة وذلك بزيادة ايض هذه العضلات

وعلى الرغم من ان درجة حرارة الجزء المركزي للجسم تـدام في مستوى ثابت فان درجة حرارة المحيط وجلد الجســم غير ثابتـة . فهي تتغير كي تديم الدرجة الصحيحة للحرارة المفقودة (شكل ١١٢) .

تعين الحرارة المفقودة من الجلد بواسطة درجة حرارة الجلد . وكلما



شكل -١١٢- ان درجات الحرارة في الدماغ والصدر والبطن (درجة حرارة الجزء المركزي) تكون ثابتة . اما درجة حرارة الجلد فانها غير ثابتة ، ولكنها تكيف كي تستطيع الحرارة المفقودة عن طريق الجلد ادامة الجسم في حالة توازن حراري .

ارتفعت درجة حرارة الجلد ، كانت الحرارة المفقودة اكبر ، وكلما قلت درجة حرارة الجلد ، كانت الحرارة المفقودة اكبر ، وكلما قلت درجة حرارة الجلد ، كانت الحرارة المفقودة اقل وتعتمد درجة حرارة الجلد على جريان الدم في الجلد وهذا بدوره يعتمد على فعالية الاعصاب الودية الى الجلد وكلما كان توتر التضيق الوعائي الودي اعلى ، كان جريان الدم في الجلد اقل ودرجة حرارة الجلد اوطأ وكذلك الحرارة المفقودة من الجلد تكون اوطأ (شكل ١١٣)

وكلما قل توتر التضيق الوعائي الودي ، زاد جريان الدم في الجلد ، وارتفعت درجة حرارة الجلد وازدادت الحرارة المفقودة

وعندما تكون درجة حرارة الجسم عالية ، كما هي بعد اخذ حمام حار ، فان اوعية الجلد الدموية تتوسع لزيادة تجهيز الدم للجلد . وترتفع درجة حرارة الجلد وتزيد هذه من الحرارة المفقودة بالاشعاع والتوصيل والتنقيل .

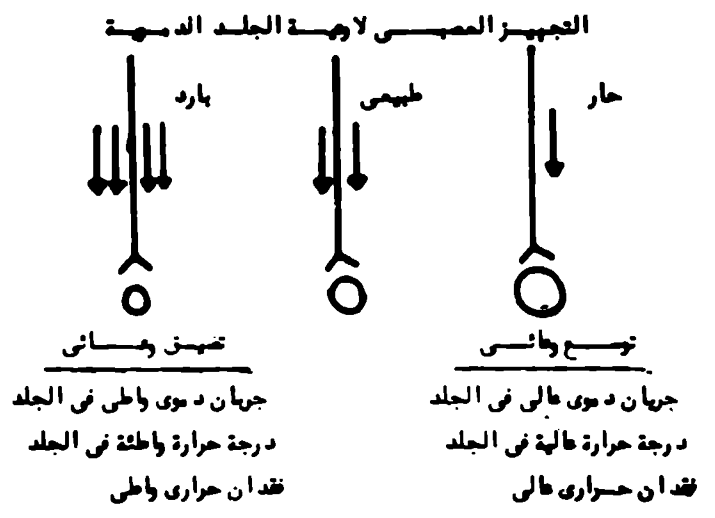
واذا كانت درجة حرارة الجسم واطئة ، فان اوعية الجلد الدموية تتضيق ويصبح الجلد باردا عند اللمس وتقل الحرارة المفقودة من الجلد .

وعليه فان درجة حرارة الجلد ليست ثابتة كما هي الحالة في درجة حرارة الجزء المركزي . ولكنها تكيف لتنظيم درجة حرارة الجسم ككل . وقد تكون درجة حرارة الجسم واطئة كدرجة الحرارة المحيطية في اطراف الجسم مثل الابخس الكبير (Big Toe) . وقد تقرب من درجة حرارة الجزء المركزي في مناطق مثل الابط والاربية (Groin) .

تعيين درجة حرارة الجسم

DETERMINING BODY TEMPERATURE

ان الطريقة القياسية لتعيين درجة حرارة الجسم يكون باستعمال المحرار الطبي . وهذا المحرار ذو حد اقصى يسجل درجة الحرارة بالدرجات المئوية او الدرجات الفهرنهايتية . وتقاس درجة حرارة المريض



شكل -١١٣- يعتمد فقدان الحرارة من الجلد على جريان الدم فيه . وهو يتنظم بواسطة مركز تنظيم الحرارة في تحت المهاد والذي يؤثر من خلال الجهاز العصبي الودي الى الجلد . ان شدة الفعالية الودية ممثلة تخطيطا بعدد الاسهم التي بجانب العصب .

باستعمال احد هذين النظامين . ويشاهد جدولا للتحويل في (شكل ١١٤).
ويوجد في المحرار الطبي سهم يؤشر عادة على ٣٧°م او ٩٨ر٤°ف وهذا
يمثل معدل درجة حرارة الجسم وفي بعض المحارير الفهرنهايتية فان
السهم يؤشر على ٩٨ر٦

°C
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45
32 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110
°F

شكل -١١٤- رسم تخطيطي للتحويل بين الدرجات المئوية والفهرنهايتية . ان درجات الحرارة يمكن تسجيلها اما بالدرجات الفهرنهايتية او المئوية .

ولمثل هذا المحرار تحديدات فهو عادة يوضع في الفم تحت اللسان ولذا فهو يعطي درجة حرارة الفم وهذه الدرجة تكون نفس درجة حرارة الجزء المركزي اذا ما كان الفم قد اغلق تماما قبل اخذ القراءة حيث يكون التنفس عن طريق الانف فقط وبشرط ان لا يكون قد وضع اي طعام او شراب حارا كان او باردا في الفم فان درجة حرارة كوبا من الشاي او القهوة قد تكون حوالي ٧١°م (١٦٥°ف) ومثل هذا المشروب الحار سيرفع من درجة حرارة الفم لفترة لا بأس بها بعد تناول المشروب. وعكس ذلك المرطبات التي في درجة صفر°م (٣٢°ف) او اقل ستبرد الفم الى درجة واطئة جدا وان درجة حرارة الفم تكون غير موثوق بها اثناء التمارين وذلك بسبب ازدياد التنفس حيث يشترك الفم معه وكذلك اذا ما كان المريض مزكوما ويتنفس من فمه .

ويحتاج المحرار لوقت طويل كي يصل الى القراءة النهائية وذلك بسبب الكميات الكبيرة من الحرارة الواجب انتقالهـا الى الزئبق ولتسجيل قراءة دقيقة فانه يجب تبديل موضع المحرار حتى يحصل على قراءة ثابتة . وهذا ما قد يأخذ وقتا اطول من النصف دقيقة او الثلاثة دقائق المبينة على عمود المحرار
ان الحدود الواسعة للقراءات التي يحصل عليها يمكن تأكيدها من قبل القارىء . والجهاز الوحيد المطلوب لذلك هو محرار طبي

جدول رقم (٥)

درجات الحرارة المسجلة بمحرار طبي بنصف دقيقة في درجة حرارة الغرفة ٢١°م (٧٠°ف) (متوسط الملاحظات على ١٥ شخص

الفم		الابط	الاربية	الفم بعد مشروب حار	الفم بعد تنفس فمي
٤ر٣٦م	١ر٣٧م	٧ر٣٦م	٧ر٣٦م	١ر٣٨م	٠ر٣٦م
٥ر٩٧ف	٨ر٩٨ف	٠ر٩٨ف	٠ر٩٨ف	٦ر١٠٠ف	٨ر٩٦ف
(١ دقيقة)	(٢٠ دقيقة)				

يبين (جدول ٥) التغيرات النموذجية التي يحصل عليها عند استعمال محرار طبي لنصف دقيقة في محاولة لتعيين درجة حرارة الجزء المركزي لجسم شخص بالغ . وما يجب ملاحظته هو ان درجة حرارة الفم المسجلة بعد دقيقة واحدة كانت فقط ٤ر٣٦م (٥ر٩٧ف) ولكنه بعد اعادة وضع المحرار في الفم حتى الحصول على درجة حرارة ثابتة . فان القراءة النهائية هي (٧ر م°) (٣ر١ ف°) اعلى . اي انه كان قد سجل ١ر٣٧م° (٨ر٩٨ف) . وقد يحتاج لفترة مقدارها ٢٠ دقيقة في بعض الحالات للوصول الى هذه القراءة الدقيقة .

ان درجات الحرارة المسجلة في الابط والاربية كانت اقل من تلك التي في الفم . وبعد كوب من الشاي الحار (٦ر٦٥م° او ١٥٠ ف°) فان درجة حرارة الفم ارتفعت الى ١ر٣٨ (٦ر١٠٠) . وبعد تنفس لمدة خمس دقائق من خلال الفم فان درجة حرارة الفم انخفضت الى ٠ر٣٦م° (٨ر٩٦ف°) ان هذه القراءات تظهر اخطاء بحوالي ١ر١م° (٢ف°) فوق واسفل درجة حرارة الجسم المركزية .

ان درجة الحرارة المسجلة في الابط وفي الاربية غالبا ما تكون اقل بنصف الى درجة واحدة من التي تسجل في الفم . ولكنها قد تعطي دليلا ادق من درجة حرارة الفم في كثير من الحالات السابق ذكرها

ان درجة حرارة المستقيم غالبا ما تكون اعلى بنصف درجة الى درجة مئوية واحدة عن تلك التي تسجل في الفم ولكنها قد تعطي دليلا غير صحيح لتغييرات درجة حرارة الجسم اذا ما انحشر المحرار في الغائط

وفي الظروف الطبيعية يمكن الحصول على دلالة تقريبية لدرجة حرارة الجسم المركزية وذلك باستعمال محرار كهربائي في صماخ الاذن الخارجية او يثبت على الجلد تحت الذراع او في السرة .

التغييرات النهارية في درجة حرارة الجسم

DIURNAL VARIATIONS IN BODY TEMPERATURE

على الرغم من ان درجة حرارة الجسم ثابتة تقريبا في ٩ر٣٦م° (٤ر٩٨ف°) . فانها تتموج خلال الاربع والعشرين ساعة حيث تصل اقصاها حوالي الساعة السادسة مساء وحدها الادنى حوالي الساعة

الرابعة صباحا عندما يكون الشخص فعالا خلال اليوم . ويطلق عليهـا بالتغييرات النهارية . وبعد التمارين فان درجة حرارة الجسم قد تزيد على ٣٧ر٨م° (١٠٠ف°) وقد تصل الحرارة اكثر من ذلك بعد حمام حار . وفي النساء فان درجة الحرارة قد تكون اعلى بدرجة واحدة بعـد الاباضة في الجزء الاخير من الدورة الحيضية عما هي قبل الاباضة . ان التسجيل اليومي لدرجات الحرارة في الصباح الباكر يستعمل لتعيين وقت الاباضة عند دراسة حالات العقم

نقص الحرارة (Hypothermia) :

ان صغار الاطفال وكبار السن ، اذا ما تعرضوا للبرد الشديد فانه قد يؤدي بهم ذلك الى حالة نقص الحرارة حيث قد تنخفض حرارة الجسم الى ما دون القراءة السفلى على المحرار الطبي ، اي دون ٣٥م° (٩٥ف°) . وفي مثل هذه الحالة يستعمل محرار خاص لنقص الحرارة يستطيـع تسجيل الحرارة الى ٧ر٢٦م° (٨٠ف°) وذلك لتعيين درجـة حرارة الجسم .

ان الطفل الحديث الولادة له دهن جسـمي بني والذي يتأيض اذا ما اصبح الطفل باردا وبذلك يحميه من نقص الحرارة . وعلى كل فان هذا الدهن الجسمي البني يستعمل خلال الايام الاولى من حياة الطفل ومن ثم يكون من الضروري عدم تعريض الطفل بعد ذلك الى البرودة الزائدة .

ان انخفاض درجة الحرارة تؤدي الى السبات ، واذا ما حدث مثل ذلك فانه تتوقف الحركات والتقلصات العضلية وبذلك تقل عملية الايض، ونتيجة لذلك تزداد هبوط درجة الحرارة .

ان الحمام الحار طريقة غير فعالة في رفع درجة حرارة الجسم من حالة نقص الحرارة الى المستويات الطبيعية .

ان نقص الحرارة تقلل من سرعة عملية الايض في الجسم ، وكذلك تقلل من متطلبات الانسجة لجريان الدم وينطبق هذا بصورة خاصة على الدماغ . وفي حالة نقص الحرارة المسيطر عليها ، فانه يمكن منـع تجهيز الدم للدماغ لمدة دقائق دون ان يسبب تلفا دائما لخلايا الدماغ والذي يعقب الذوى الدماغي في درجات الحرارة العادية للجسـم . وباستعما ل نقص الحرارة ، فقد اصبح بالامكان وقف القلب لفترة قصيرة لتمكين اجراء العمليات الجراحية فيه ، وعلى كل حال فان هناك ميل لابدال هذه الصنعة باستعمال مضخات آلية تتجنب القلب بتحويله لادامة جريان الدم الى الدماغ .

وعند اجراء عملية جراحية لشخص تشمل تخفيض درجة حرارة الجسم الى حالة نقص الحرارة ، فانه يكون من الضروري عندئذ قياس درجة حرارة الجسم باستمرار وقد تستخدم لهذا الغرض محاريـر كهربائية حيث تسجل درجات الحرارة بصورة مستمرة ويكـون من

الضروري استعمال عدد من هذه المحارير لتسجيل درجات الحرارة في مواضع مختلفة من الجسم وذلك كي تكون التقديرات دقيقة . واذا ما استعمل محرار واحد فان افضل دليل لدرجة الحرارة المركزية للجسم من المحتمل الحصول عليها باستعمال محرار مريئي (Oesophageal Thermometer)

فرط الحمى (Hyperpyrexia)

ان الذيفان (Toxins) الناتجة من الاخماج ، تؤثر على مركز تنظيم درجة الحرارة مسببة تثبيته في مستوى اعلى ونتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة الجسم وتحصل الحمى .

وعند ارتفاع درجة الحرارة في الجسم ، فان الحرارة المفقودة تكون اقل من الحرارة المكتسبة . وتقل الحرارة المفقودة لانخفاض جريان الدم في الجلد المتسبب عن ازدياد توتر التقلص الوعائي الودي . اضافة لذلك فان الحرارة المكتسبة قد تزداد بالارتعاش ويشعر المريض بالبرد وذلك لهبوط درجة حرارة الجلد المصحوبة بانخفاض جريان الدم في الجلد وهذه مجتمعة مع الارتعاش تسبب القشعريرة (rigor) . واذا ما وصلت الحرارة درجتها العالية الجديدة ، يحدث توازن جديد بين الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة فتتوسع الاوعية الدموية ويشعر المريض بالدفء .

ان الادوية التي تؤدي الى خفض درجة حرارة الجسم في مثل هذه الظروف لفرط الحمى ، تسمى ادوية ضد الحمى (Antipyretics) . وهي تشمل حمض الاسيتيل ساليسيلك (الاسبرين) والباراسيتامول (Paracetamol)

واذا ما استمرت الحرارة في الحمى على الارتفاع ، فانه يكون من الضروري عندئذ تبريد الجلد بتبخر الماء وذلك لمنع حدوث فرط الحمى المميتة

وغالبا ما تستعمل اسفنجة للمسح بالماء الدافىء . حيث ان المسح باسفنجة بماء بارد سيسبب تضيق الاوعية وهو غير مريح للمريض ويمكن تسريع تبخر الماء وذلك بزيادة سرعة جريان الهواء على المريض باستعمال مروحة كهربائية وعندما تبدأ درجة الحرارة بالهبوط الى معدلها الطبيعي بعد الحمى ، فان الجسم غالبا ما يفقد الحرارة بسرعة . ويحصل ذلك نتيجة توسع اوعية الجلد الدموية . فيصبح الجلد دافئا ، وقد يحدث التعرق اضافة لذلك ويشعر المريض بحر شديد بسبب هذا التوسع الوعائي والذي يزيد من درجة حرارة الجلد وينبه المستلمات الحرارية في الجلد

وعليه فان المريض قد يشعر بالبرودة عند ارتفاع درجة الحرارة وبالحرارة والتعرق عند انخفاضها .

١٥ ـ السبيل الهضمي واضطرابات وظائف الهضم

THE DIGESTIVE TRACT AND DISORDERS OF DIGESTIVE FUNCTION

يمر الطعام نازلا من الفم الى المريء ومن ثم الى المعدة . ومن المعدة يستمر الى العفج (الاثنا عشر) فالصائم (Jejunum) فاللفائفي (Ileum) (الامعاء الدقيقة) اما الثمالة غير الممتصة ، فانها تمر عن طريق الاعور (Caecum) والقولونات الصاعد (Ascending) والمستعرض (Transverse) والنازل والسيني (Sigmoid) (الامعاء الغليظة) الى المستقيم (Rectum) وقناة الشرج (Anal Canal) .

الفم ـ اللعاب

MOUTH - SALIVA

ينتج اللعاب من الغدد اللعابية الثلاثة : الغدة النكفية (Parotid) والغدة تحت الفك (Submandibular) والغدة تحت اللسان (Sublingual) .

يفرز اللعاب استجابة للنظر الى الطعام او التفكير فيه وكذلك لتذوقه او شمه ويحدث الالعاب (Salivation) بواسطة الجهاز العصبي اللاودي فالالياف اللاودية في العصب القحفي التاسع تجهز الغدة النكفية . بينما تجهز الالياف اللاودية في العصب القحفي السابع الغدتين تحت الفك وتحت اللسان وهذه الاعصاب هي اعصاب محركة افرازية (Secretomotor) للغدد اللعابية ، اي انها تسبب زيادة انتاج اللعاب . وكما مر بنا سابقا فان هذه الاعصاب تسبب توسع الاوعية الدموية المؤدية الى الغدد اللعابية وذلك لتأمين جريان دم اعلا اثناء الالعاب .

ان الفعالية اللاودية تحصر بواسطة الاتروبين (Atropine) والهيوسين (Hyoscine او Scopalamine) . وان ايا من هذين العقارين يسبب جفاف الفم وللعاب وظائف كثيرة فهو يعمل كمزلق يساعد في تكوين اللقمة . وهو يحتوي على الامايليز اللعابي (Salivary Amylase) والذي يعرف ايضا بالبتيالين (Ptyalin) .
وكذلك فله فعل منظف . ان المريض بالحمى يكون انتاجه للعاب قليلا ، ونتيجة لذلك فان لسانه غالبا ما يكون مغطى بطبقة غشائية وهو يساعد على الكلام ، اذ انه من الصعب الكلام عندما يكون الفم جافا . وهو يمكن براعم

التذوق للاستجابة للمواد الحلوة والمالحة والحامضة . ويكون الاحساس ممكنا فقط اذا ما امكن للمادة ان تذوب في الماء . ولكن كما سنرى فيما بعد ، فان اكثر التذوقات هي في الواقع شم بسبب تنبيه المستلمات الشمية في الانف واذا ما اصيب الانسان ببرد في الراس فان حاسة شمه ستتأثر ولكن براعم التذوق سوف لن تتاثر . ان التغير في مذاق الطعام في مثل هذه الظروف هو بسبب فقدان قسم الشم .

ان اللعاب مشبع تماما بالكالسيوم وهذا يمنع ازالة الكلس من الاسنان ، وان اي حمض يوضع في الفم فانه سيميل الى اذابة الاسنان . فاذا ما وجب اعطاء شخص مثلا حمض الهيدروكلوريك عن طريق الفم ، فانه يجب اخذه خلال انبوبة وملاحظة عدم السماح للحمض للمس الاسنان . ويجب غسل الفم جيدا بالماء بعد ذلك . وان تكوين الاحماض في الفم كنتيجة لفعل البكتريا من المحتمل ان تلعب دورا هاما في تفسخ الاسنان .

المريء

OESOPHAGUS

يشكل الطعام في الفم بهيئة لقمة حيث تبلع بعدئذ فتنزل عن طريق المريء بواسطة الحركة المتحوية (Peristaltic) والتي يسببها العصب المبهم وكنتيجة لهذا التحوي فانه من الممكن ابتلاع السوائل والاجسام الصلبة على حد سواء عندما يكون الشخص في وضع الرقود او حتى في وضع الوقوف على الراس .

تبطن المريء ظهاره حرشفية مطبقة (Stratified Squamous Epithelium) اي انها شبيهة بالجلد ، وان نهايات الاعصاب في المريء مثبتة جيدا في الدماغ . ولذا فانه يمكن تتبع مسلك مشروب حار جدا عند نزوله في المريء . ان المريض بانسداد في المريء يستطيع ان يعين بدقة موضع الانسداد .

وما ان يصل الطعام الى المعدة ويمر في الامعاء فانه سيكون من غير الممكن تحديد موضعه في هذا الجزء من السبيل الهضمي .

ان المريء بخلاف الامعاء ، ليست لديه طبقة خلبية خارجية محيطة به وهذا ما يجعل صعوبة عمل مفاغرة محكمة جراحيا .

المعدة ـ العصارة المعدية

STOMACH - GASTRIC JUICE

يدخل الطعام المعدة من خلال مصرة الفؤاد (Cardiac Sphincter) (شكل ١١٥) . وليست هذه مصرة يمكن توضيحها تشريحيا . ولكن هذا الجزء من السبيل الهضمي يعمل كمصرة فسلجية تمنع قلس الطعام من المعدة الى الاعلى نحو المرىء . واذا ما حدث ذلك ، فان المحتويات المعدية ستثير المرىء وتؤدي الى التهابه (Oesophagitis) . وان مثل هذا القلس قد يحدث مع الفتق الحجابي (Diaphragmatic Hernia) .

لا ارتخاء الفؤاد (Achalasia of The Cardia) :

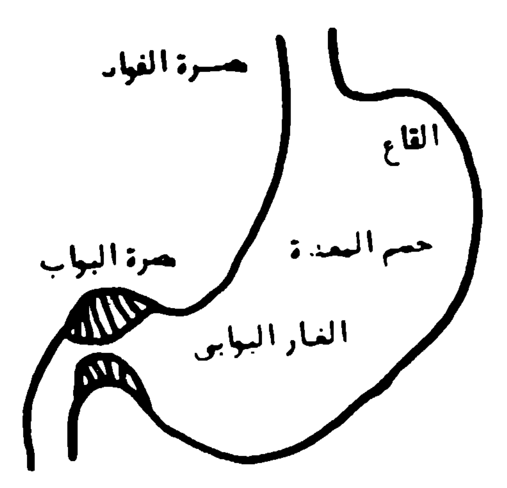
وهي الحالة التي تطلق عندما لا تنفتح مصرة الفؤاد تماما ، مما يسبب اعاقة الطعام المبلوع في هذه النقطة واحدى طرق علاج هذه الحالة هو جعل المريض يبتلع موسعا بشكل كبسولة من الزئبق قبل كل وجبة طعام . وسيفتح وزن الزئبق مصرة الفؤاد وبذلك يتمكن الطعام من الدخول الى المعدة .

تعمل المعدة كعضو خزن مما يساعد في اكل كميات كبيرة في وجبة واحدة . وفي كل بضعة دقائق ، فان كمية قليلة من هذا الطعام يمر من خلال مصرة البواب الى الاثني عشر الى ان تفرغ المعدة . وهذه العملية تستغرق من ٤ـ٧ ساعات حيث تجهز الامعاء الدقيقة في اثناءها بكمية مستمرة من المواد الغذائية للهضم ولاعادة الامتصاص .

وتسبب وجبة دهنية تحرير الانتيروكاسترون (Enterogastrone) والتي تثبط افراغ المعدة

وقد يتاخر افراغ المعدة بسبب الخوف ، وكذلك يتاخر عندما تتضيق مصرة البواب ولا تنفتح تماما . وتسمى هذه الحالة بالتضيق البوابي (Pyloric Stenosis) وقد تكون مثل هذه الحالة خلقية (موجودة عند الولادة) . واحدى طرق المعالجة (عملية رامستد (Ramstedt's Operation) حيث يشق طوليا في عضلة مصرة البواب وتترك طبقة الغشاء المخاطي في محلها (كما هو الحال في قص حلقة لنزعها من الاصبع)

تنتج المعدة الببسين (Pepsin) وحمض الهيدروكلوريك لهضم البروتين وفي بعض الحيوانات (غير الانسان) تنتج الرينين التي تجبن الحليب .



شكل -١١٥- المعدة . ان مصرة الفؤاد الفسلجية تمنع قلس المحتويات المعدية الى الاعلى نحو المريء . وتسمح مصرة البـــواب التشريحية من مرور محتويات المعدة تدريجيا الى العفج .

يكون الافراز المعدي تحت تأثير السيطرة المشتركة للعصب المبهـــم ولهورمون الكاسترين (Castrin) ' ويبدأ المبهم بجريان العصارة المعدية عند النظر او التفكير في الطعام او عند دخوله الفم ويحرر الكاسترين من المنطقة البوابة للمعدة الى مجرى الدم عندما يصل الطعام الى هذا الجزء من المعدة ويدور الكاسترين في الدم ومن ثم يعود الى الخلايا الافرازية للمعدة فتزيد بذلك من فعالية المبهم في انتاج العصارة المعدية .

والكاسترين هو ببتايد يحتوي على ١٧ حمض اميني ، والمركبات التركيبية التي لها نفس نهايات الاربعة او الخمسة احماض امينية لهـا نفس التأثير والبنتاكاسترين (Pentagastrin) هو احـــد تلك المركبات .

القرحة المعدية (Peptic Ulcer) :

بما ان الببسين هي خميرة هضم للبروتين ، فانها قد تهضم جدار المعدة او الجزء الاولي من العفج (الاثنا عشر) ويطلق على الحالة التي يحدث فيها مثل ذلك على القرحة المعدية .

واذا حدثت القرحة في المعدة فانها تسمى بالقرحة المعدية ، بينما تسمى القرحة العفجية اذا ما حدثت في العفج (الاثنا عشر) .

ومضاعفات القرحة المعدية هو الثقب والنزف والانسداد

وتدرس طريحة حمض المعدة باستعمال اختبار وجبة الطعـــام التجزيئية . فترشف المعدة كل ١٥ دقيقة باستعمال انبوب معدة بعـــد تنبيه الافراز المعدي اما بواسطة الهستامين او البنتاكاسترين . وان مرضى القرحة العفجية غالبا ما يكون تركيز الحامض عندهم اعلى من الطبيعي (وكذلك فان مستوى الببسين والعامل الداخلي المنشأ يكون عندهم اعلى) . وعادة فان مرضى القرحة المعدية لا يختلفون عن الاشخاص الطبيعيين .

يمكن مشاهدة تجويف القرحة المعدية بواسطة اشعة اكس بعـد تناول كبريتات الباريوم التي لا تذوب (وجبة الباريوم) ويمكن رؤيتها ايضا باستعمال الة بصرية تدخل لاسفل المرىء تعرف بمنظار المعدة ومناظير المعدة الحديثة تستخدم بصريات ليفية تربط بآلــــة تصوير فوتوغرافية او تلفزيونية .

ان علاج القرحة المعدية يتضمن تقليل انتاج العصارة المعدية بواسطة المعدة .

ويمكن حصول هذا بعدة طرق فقد يقطع العصب المبهم (قطع المبهم Vagotomy) للتقليل من فعاليته وقد تستاصل المنطقـــة البوابية وذلك للتقليل من انتاج الكاسترين وقد تجري عملية قطع جزئي للمعدة لتقليل كمية العصارة المعدية المنتجة . وكبديل لذلك فقـد يعادل حمض الهيدروكلوريك وذلك باعطاء البروتين مثل الحليب او بواسطة القلويات مثل هيدروكسيد الالمينيوم او ثالـــث سيليـكات المغنيسيوم . وقلي (Alkali) قوى مثل بيكاربونات الصوديوم لن يكون شديد الفعالية حيث انه يسبب عودة تكوين الحامض ، اي زيادة انتاج الحامض فيما بعد .

قطع المبهم (Vagotomy) :

يقطع العصب المبهم في مدخل التجويف البطني وبذلك فـــان الالياف المجهزة للقلب والاعضاء الصدرية الاخرى تبقى في محلهـــا . وللمبهم توزيع واسع في البطن ولذلك فان قطع المبهم الكامل سيزيل تعصيب البنكرياس والصفراء والامعاء وكذلك المعدة وهذا قد يؤدي الى اسهال شحمي (Steatorrhoea) والاسهال بعد قطع المبهم وفي قطع المبهم المختار فانه تقطع فقط التفرعات الى المعدة .

واضافة لذلك فان قطع المبهم يقلل من انتاج الببسين الحامض في المعدة ويمنع الافراغ المعدي الطبيعي . ونتيجة لذلك فان المعدة اما ان تربط مع الصائم بعملية فغر الامعاء المعدى (Gastro-enterostomy)

لتصرف المعدة او بدلا من ذلك يفتح البواب بصورة دائمة وذلك بعملية تقويم البواب (Pyloroplasty) · وبهذه العملية فان مصرة البواب تستبدل بفتحة كبيرة بين المعدة والمفج

قطع المعدة الجزئي (Partial Gastrectomy) :

عند اجراء عملية قطع المعدة الجزئي لعلاج القرحة المعدية او العفجية ، فانه يزال ثلثا او ثلاثة ارباع المعدة . ويشمل هذا معظم جزء المعدة المنتج للببسين الحامض اضافة الى غار البواب ويغلق العفج وتربط بقية المعدة الى عروة الصائم امام او خلف القولون . ولهذا الاجراء اثار تغذوية وايضية .

ان الوظيفة الخزنية للمعدة ستفقد وسيكون على المريض تناول وجبات صغيرة متعددة حتى يحصل على موقع خزن بديل وذلك بتمدد جزء من الامعاء الدقيقة .

ان فقدان العامل الداخلي المنشأ سيؤدي الى فقر الدم الخبيث عندما يستعمل كل احتياطي الكبد من فيتامين ب١٢

وسيكون امتزاج الصفراء وافراز البنكرياس مع الغذاء غير كاف وسيضطرب التحرير الهورموني المعدي الكاسترين (Gastrin) والسكرتين (Secretin) و البنكريوزايمن (Pancreozymin) والكوليسيستوكنين (Cholecystokinin) ·

ويطلق على العواقب الكربية متلازمة الاغراق (Dumping Syndrome) ·

ان الدخول الفجائي للطعام المفرط التناضح الى الصائم يمتص الماء من البلازما الى الامعاء بالتناضح مسببا تمددا معويا ونفاد البلازما . واضافة الى التمدد البطني فان المريض يشكو من الدواخ (Giddiness) والغثيان (Faintness) والخفقان (Palpitations) ·

البنكرياس ـ العصارة البنكرياسية

PANCREAS - PANCREATIC JUICE

البنكرياس هو غدة مفرزة خارجية (Exocrine Gland) وغدة صماوية (Endocrine Gland) · ووظيفته الافرازية الخارجية هو انتاج العصارة البنكرياسية والتي تدخل العفج سوية مع الصفراء . ووظيفته الصماوية هو انتاج الانسولين (Insulin) والكلوكاكون (Glucagon) · وان القصور في انتاج الانسولين بكميات وافية يؤدي الى السكري .

تحتوي العصارة البنكرياسية على التربسينوجين (Trypsinogen) والكيموتريبسينوجين (Chymotrypsinogen) والتي هي طليعة (Precursors) الخمائر المجزاة للبروتين التربسين والكيموتربسين. وينشط التربسينوجين بواسطة الاينتيروكاينيز (Enterokinase) من الغشاء المخاطي للعفج . وينشط التربسين الكيموتربسينوجين لتكوين الكيموتربسين .

وتحتوي العصارة البنكرياسية ايضا على الامايليز (Amylase) والمالتيز (Maltase) لهضم الكاربوهيدرات واللايبيز (Lipase) لهضم الدهن .

ويكون الافراز البنكرياسي تحت سيطرة المبهم والعاملين الخلطيين (Humoral) السيكرتين (Secretin) والبنكريوزايمين (Pancreozymin) واللذان يحرران عند دخول الطعام الى العفج .

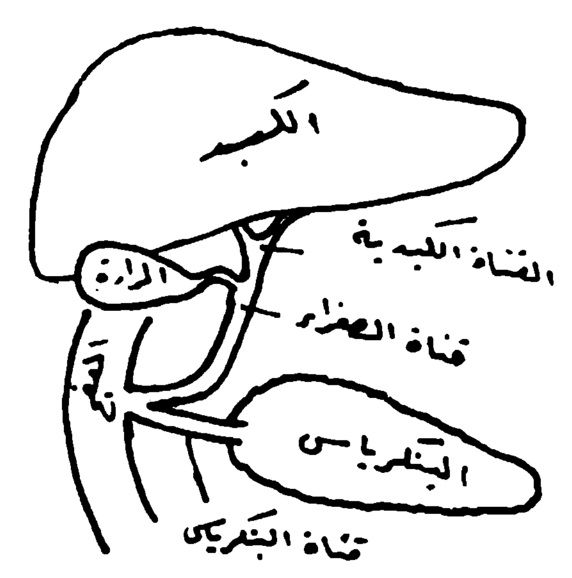
ان ورما في خلايا جزيرات لانكرهانس (Langerhans) للبنكرياس والتي تنتج مادة شبيهة بالكاسترين تسبب متلازمة سولينكر ــ اليسون (Zollinger-Ellison Syndrome) ·

الكبد ــ الصفراء

LIVER - BILE

ان الصفراء التي تتكون في الكبد تدخل العفج عن طريق قناة الصفراء (شكل ١١٦) . وهي تحتوي على املاح الصفراء لاستحلاب الدهن واملاح الصفراء هي املاح الصوديوم لمركبات الكلايسين والتورين (Taurine) (احماض امينية) وحمض الكوليك (Cholic Acid) (حمض صفراوي) . ولذا فانه يطلق عليها الكلايكوكولات والتوروكولات (Taurocholates) · وكما رأينا سابقا فان املاح الصفراء هذه تحطم الدهون وتحوله الى قطيرات دهنية صغيرة تمتزج مع الماء . وبعد امتصاص املاح الصفراء في اللفائفي (Ileum) بآلية نقل خاصة وتعود الى الكبد عن طريق الوريد البابي ومن ثم يعاد افرازها الى قناة الصفراء . ان املاح الصفراء تعيد دورانها بهذه الصورة حوالي ستة مرات في اليوم . والصفراء هي ايضا طريق الابراز لنواتج تحطيم خلايا الدم الحمراء بشكل بيليروبين وبيليفردين . وهي تعرف ايضا بصباغ الصفراء .

وتحتوي الصفراء ايضا على الكوليستيرول (Cholesterol) ·



شكل ـ١١٦ـ قناة الكبد والصفراء .

ان الصفراء تخزن وتركز في المرارة . وعند دخول العفج اطعمة دهنية فانه يتحرر العامل الخلطي الكوليسيستوكينين (Cholecystokinin) (والذي يظهر انه مشابه للبنكريوزايمين) فيدور الى المرارة ويسبب تقلصها . ومن ثم تمر محتويات المرارة الى قناة الصفراء وتدخل بعد ذلك العفج . وكذلك فان المرارة تتقلص كنتيجة لتنبيه المبهم

وقد تترسب مكونات الصفراء في المرارة على شكل حصوات المرارة. فاذا ترسب الكوليستيرول تتكون عندئذ حصاة الكوليستيرول . وقد تحصل هذه على الاخص بعد التهاب المرارة (Cholecystitis) . وحصاة المرارة في المرارة غير ضارة نسبيا . وهي تكون مؤذية فقط عندما تمر على طول القناة الكيسية وتنحشر في القناة المشتركة للصفراء لتسبب اليرقان . ويكون اليرقان بسبب عدم قابلية الجسم لابراز البيليروبين لانسداد قناة الصفراء . ويزال هذا الانسداد جراحيا . وقد تنزل حصاة المرارة تلقائيا من قناة الصفراء الى العفج حيث يختفي اليرقان في هذه الحالة .

الامعاء الدقيقة
SMALL INTESTINE

ان افراز العصارة المعدية في الامعاء الدقيقة هو بسبب وجود الطعام في ذلك الجزء من القناة الهضمية .

تنتج الامعاء الدقيقة الخمائر مالتيز (Maltase) والسوكريز (Sucrase) واللاكتيز (Lactase) لتحويل السكريات الثنائية الى سكريات احادية ومجموعة الخمائر البتايدية (Peptidases) الايربسين (Erepsin) لاكمال تحطيم البروتينات الى الاحماض الامينية وهذه الخمائر توجد اساسا في الخلايا المبطنة للامعاء . ومن المحتمل ان يتم التحطيم بعد امتصاصها الى هذه الخلايا

وللامعاء الدقيقة تجهيز عصبي من الجهاز العصبي الودي واللاودي سوية . ولكن هذه الاعصاب لا تلعب اي دور في تحرير الخمائر الهضمية . ولكنها تلعب دورا مهما في تحرك الامعاء . فزيادة الفعالية اللاودية تسرع من حركة الامعاء ، بينما زيادة الفعالية الودية تقلل من حركتها وهذه الحركات تتألف من تقلصات نواسية (Pendular) لجدار الامعاء يتبعها من حين لاخر حركة متحوية تحرك الغذاء على طولها. واذا ما توقفت الحركة فانه يطلق على تلك الحالة الحبج الشللي (Paralytic Ileus) . ويمكن معالجة هذه الحالة بزيادة فعالية الجهاز العصبي اللاودي باستعمال دواء مثل الكارباكول (Carbachol) (احد مشتقات الاستيل كولين)

الامتصاص المعوي (Intestinal Absorption)

يتم امتصاص الطعام اساسا في الامعاء الدقيقة وجزء من هذه العملية هو انتشار من منطقة تركيز عال في تجويف الامعاء الى تركيز واطيء في خلايا الامعاء والدم ، وجزء اخر هو انتقال فاعل بواسطة الخلايا فتؤخذ المادة كالسكر مثلا الى جهة واحدة من الخلية القريبة من التجويف وتنقلها خلال الخلية ثم تفرزها في شعريات الدم من الجهة الاخرى . ومثل نظام النقل هذا يستعمل المركبات الكيماوية كحوامل

وهناك حد الى كمية السكر التي تستطيع هذه الحوامل نقلها في زمن معين (انظر خلايا نبيبات الكلية) ان هذا النظام يتطلب طاقة والتي تستحصل من الايض في الخلايا المعوية

الامعاء الغليظة

LARGE INTESTINE

يمر الغذاء من خلال الصمام اللفائفي الاعوري (Ileosacral Valve) الى الامعاء الغليظة وتدخل يوميا الامعاء الغليظة حوالي ٥٠٠ سم٣ من المحتويات المعوية ويتناقص هذا الحجم خلال مرورها الامعاء الغليظة بسبب امتصاص الماء الىحوالي ١٥٠ سم٣

ان الامعاء الغليظة ليست ضرورية للحياة وان القناة الهضمية يمكن انهاؤها بنهاية الامعاء الدقيقة (ففر اللفائفي Ileostomy)

ان البكتريا التي تعيش في الامعاء الغليظة تجهز الجسم بمصدر للفيتامينات وعلى الاخص تلك التي من مجموعة ب والتي تمتص فتقلل من الحاجة لاخذ هذه الفيتامينات وبعد استعمال مضاد حيوي وسيع (صادة وسيعة) فان هذه البكتريا تتحطم وقد تحصل حالـــــة نقص للفيتامين الا اذا اخذت كميات اضافية منها .

وتعمل الامعاء الغليظة كعضو خزن لتجميع مخلفات الطعام. ويسبب دخول الغائط الى المستقيم ، رغبة في التغوط . اضافة لذلك فان دخول الطعام الى المعدة يسبب تقلص القولون ورغبة في التغوط (المنعكس المعدي القولوني Gastrocolic Reflex)

يتم التغوط بتأثير الجهاز العصبي اللاودي والذي يقلص هذا الجزء من الامعاء الغليظة ويرخي المصـــــرة الشرجيـــــة الداخليـــــة (Internal Anal Sphincter) . وفي الوليد ، فان التغـــوط منعكس مستقل ، ولكنه بعد حوالي السنة او اكثر قليلا ، فان المصرة الشرجيـــــة الخارجيـــــة (External Anal Sphincter) تكون تحت السيطرة الارادية وهنا لا يحدث التغوط الا اذا ارتخت هذه المصرة الخارجية . والمصرة الخارجية هذه تكون تحت سيطرة المراكـــز العليا . فاذا حدث لشخص تلف في الدماغ او الحبل الشوكي ، فقد تفقد سيطرة المراكز العليا هذه ، ويكون التغوط عندئذ منعكسا مستقلا يحدث عند دخول الغائط الى المستقيم

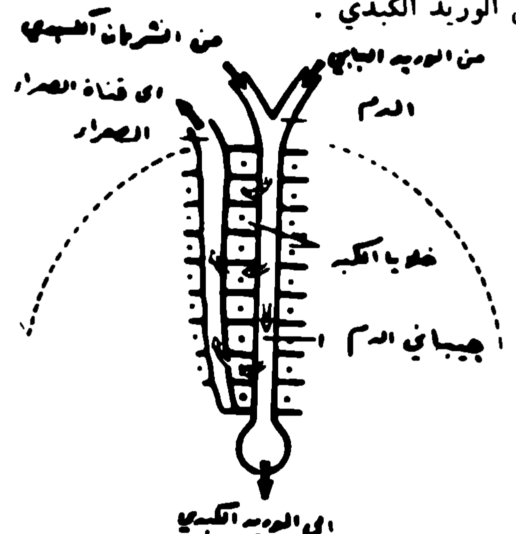
١٦ ـ الكبـــد
THE LIVER

ان الدم العائد من القناة المعوية يصل الكبد عن طريق الوريد البابي. واضافة لذلك فان للكبد تجهيزا دمويا من الابهر البطني عن طريـــق الشريان الكبدي ويمر دم هذين الوعائين من خـــلال الجيبانيـــات (Sinusoids) المبطنة بخلايا الكبد في طريقه الى الوريد الكبدي

والكبد مرتب بشكل فصوص وتترتب خلايا الكبد في كل فصيص بشكل شعاع العجلة حول وريد مركزي تابع للوريد الكبدي المؤدي الى التجويف الوريدي الاسفل والجانب الايمن من القلب .

وعند مرور الدم من خلال هذه الجيبانيات ، فانه يكون في تماس مباشر مع خلايا الكبد وذلك لانعدام الجدار الشعري ويساعد هـــذا المواد لكي تستخلص بسهولة من الدم بواسطة خلايا الكبد . وتمر بعض المواد كصباغ الصفراء وتبرز في قناة الصفراء على الجانب الاخر من الخلايا (شكل ١١٧)

ان جريان الدم الرئيس يكون من الوريد البابي ويظهر بان اوعية الشريان الكبدي تكون في الحالة الطبيعية مغلقة بمصرات وتفتح بفترات متقطعة لمدة قصيرة من الوقت ترسل اثناءها دفقات من الدم من خـــلال الجيبانيات الى الوريد الكبدي .



شكل ـ١١٧ـ مخطط لفصيص في الكبد . تكون خلايا الكبد مرتبـــة شعاعيا حول الوريد الكبدي المركزي .

وظائف الكبد

FUNCTIONS OF THE LIVER

الكبد ضروري للحياة . وهو المصنع الكيمياوي للجسم وله وظائف عدة . وللسهولة فانها تجمع تحت العناوين التالية :ـ

١ ـ الـدم
٢ ـ الطعام
٣ ـ المواد الغريبة

الـــدم :

يلعب الكبد دورا مهما في تكوين وتحطم خلايا الدم الحمراء ، فهو موضع تكون خلايا الدم الحمراء في الادوار الجنينية

وهو يخزن فيتامين ب١٢ والذي يمر عند الطلب الى نخاع العظم للانضاج الطبيعي لخلايا الدم الحمراء ويبعد البيليروبين المتكون من تحطم خلايا الدم الحمراء من الدم ويبرزه من خلال قناة الصفراء في العفج واذا ما قصر هذا المسلك الابرازي ، فان البيليروبين يتجمع في الدم ويتكون من ذلك اليرقان .

وينتج الكبد بروتينات البلازما وعلى الاخص جزء الالبومين .

وهو يكون عوامل تجلط الدم ، سابق الخثرين ومنشىء الليفين .

الطعـــام :

١ ـ الكربوهيدرات ـ يلعب الكبد دورا مهما في ادامة مستوى الكلوكوز في الدم . فهو يتم ذلك بتحويل فائض الكربوهيـــدرات الى كلايكوجين الكبد وكذلك بتكوين الكلايكوجين من فائض البروتين والدهن . ويستعمل كلايكوجين الكبد هذا لادامة مستوى الكلوكوز الطبيعي في الدم اثناء استهلاك الكلوكوز وان قصور الكبد او ازالته يؤديان الى هبوط مميت في مستوى الكلوكوز في الدم (نقص سكرية الدم) (Hypoglycaemia .

ويحول الكبد الكالاكتوز والذي يشتق من اللاكتوز (السكر الذي في الحليب) الى الكلوكوز . وتعكس الغدة اللبنية الثدية هذه الحدثيـــة وتحول كلوكوز الدم الى الكالاكتوز لتكوين اللاكتوز .

٢ ـ البروتين :

يكون الكبد اليوريا الناتجة من نزممنة فائض الاحماض الامينية . وهذا ما يمكن من استعمال جزء الكربون والهدروجين للحرارة والطاقة .

وتبرز اليوريا في البول عن طريق الكليتين . ويهبط مستوى اليوريا في الدم في حالة قصور الكبد في الوقت الذي يرتفع فيه مستوى الامونيا في الدم .

٢ ـ الدهن :

ان املاح الصفراء المنتجة من الكبد تلعب دورا مهما بالاتحاد مع لايبيز البرنكرياس في هضم وامتصاص الدهن . ويكون الكبد الاجسام الكيتونية اثناء تأيض الدهن في حالة انعدام ايض الكاربوهيدرات الكافي . وهو يخزن الفيتامينات الذووبة في الدهن (آ) و (د)

المواد الغريبة :

يلعب الكبد دورا مهما في تحوير الادوية كي يمكن ابرازها بسهولة بواسطة الكليتين . وبعض المواد كالباربيتيورات قصيرة التأثير تتحطم كليا بواسطة الكبد . بينما تحول المواد الاخرى الى مواد اكثر ذووبة بالاقتران. فترتبط مثلا الى الكلايسين (Glycine) او حمض الكلوكويورونيك (Glucouronic Acid) (احد مشتقات الكلوكوز) اوحمض الكبرتيك او حمض الخليك .

ان فترة تأثير الادوية المنومة قد تطول اذا ما اعيق فعل ازالة السمية (Detoxication) في حالة مرض الكبد

ابراز البيليروبين :

ان ٢٠٠ ملغم من البيليروبين تتكون يوميا من تحطم الخلايا الحمراء. والبيليروبين غير ذووب في الماء . ويحفظ مذابا في البلازما وذلك باتحاده مع اح البلازما وهو في طريقه الى الكبد . ومركب البيليروبين ـ البروتين قبل الكبدي هذا لايترشح بواسطة كبيبات الكلية ولذا فان البيليروبين لا يظهر في البول في حالة فقر الدم الانحلالي (Haemolytic Anaemia) على الرغم من حدوث زيادة ملحوظة في تحطم الخلايا الحمراء وبالتالي في البيليروبين الدائر في مثل هذه الحالة .

وفي الكبد ، يبعد الاح ويستبدل بحمض الكلوكويورونيك (حمض يتكون من الكلوكوز) . ويمر البيليروبين ـ كلوكويورونايد (Bilirubin-Glucouronide) الذووب في الماء من قناة الصفراء الى المعي كصباغ الصفراء للابراز في الغائط وفي اليرقان الانسدادي (بسبب حصاة المرارة الخ) ، فان هذا الشكل من البيليروبين بعد الكبدي يعاد امتصاصه الى الدم حيث يدور كبيليروبين ـ كلوكويورونايد البلازما.

ان البيليروبين ـ كلوكويورونايد بعد الكبدي يعطي فورا لونا احمر عندما يحول الى مجموعة الازو الثنائية (Diazotized) مع حمض

السلفانيليك (Acid Sulphanilic) وهو ما يعرف بالبيليروبين المباشر التفاعل ويطلق على هذا الاختبار بتفاعل فان دين بـــــرك المباشـــــر (Direct Van Den Berg Reaction)

اما مركب البيليروبين ـ بروتين قبل الكبدي فانه يعطي هذا اللون فقط بعد اضافة الكحول لابعاد الاح . ويطلق على البيليروبين قبل الكبدي بالبيليروبين غير المباشر التفاعل (Indirect Reacting Bilirubin) . ويسمى الاختبار بتفاعل فــــان ديـــــن بـــــرك غير المباشــــر (Indirect Van Den Berg Reaction) .

اليرقـــان :

ان القصور في ابراز البيليروبين يسبب اليرقان . والسبب قــــد يكون :ـ

١ ـ قبل الكبد ـ يرقان قبل الكبدي وهذا الشكل من اليرقان يكون بسبب كثرة تحطم الكريات الحمـــراء اي حــــل الــــدم (Haemolysis) .

وكمثال على ذلك هو اليرقان الفسلجي الذي يحدث في الوليد بعد فترة قصيرة من الولادة بسبب سرعة تحطم الكريات الحمراء عندما تهبط من سبعة ملايين الى خمسة ملايين كرية في المليمتر المكعب الواحد . ويحدث شكل اشد حدة في حالة عدم تقارن ريزس ، وفي وقت لاحق من الحياة مع فقر الدم الانحلالي

٢ ـ في الكبد نفســـه ـ اليرقـــــان الكبـــــدي الخلـــــوي (Hepatocellular Jaundice) وهذا الشكل من اليرقـــــان يشمل اليرقان الحموي (Viral Jaundice) واليرقان المحـــــدث بواسطة الادوية والسموم

ويظهر ان السبب في اليرقان الحموي هو اثنين من الحمات واحــد بفترة حضانة قصيرة (حمة ا) والذي يسبب التهاب الكبـــدي الخمجي (Infectious Hepatitis) والاخر بفترة حضانة طويلـــــة (حمه ب) والذي ينتقل عن طريق نقل الدم ويسبب التهاب الكبد المصلي (Serum Hepatitis) . ان حمة (ب) قد يكتشف احيانا عند حامل لمستضد مصاحب لالتهاب الكبد في الدم يعرف بمستضد اوستراليـــا (Australia Antigen) ، يجب على مثل هذا الشخص ان لا يكون معطيا للدم وتفشي التهاب الكبد الحموي خطر كامــــــن للمرضى وللمسؤولين في وحدات الانفاذ الدموي (Renal Haemodialysis Units) الكلوية .

ان كثيرا من السموم بضمنها مبيدات الهوام ، والمذيبات مثل رابع كلوريد الكاربون وسوائل التنظيف الجاف تتلف الكبد وقـــد تسبب اليرقان . ان الادوية على اختلاف انواعها مثل السلفا الطويلة التأثـــير (Long-acting Sulphonamides) ، ومثبطات المونوامين‌اوكسيديز (Mono-amine Oxidase Inhibitors) ، ومرخيات العضلـــة والهالوثين (Halothane) ، والستيرويـــدات الابتنائيـــة (Anabolic Steroids) قد يكون لها نفس التأثير عنـــد المرضى المستعدين وتحدث اليرقان

٣ ـ بعد الكبد ـ اليرقان بعد الكبدي او الانسدادي . وهذا الشكل من اليرقان يشمل عادة انسداد القناة المشتركة للصفراء بسبب حشـــر حصاة المرارة او سرطانة لراس البنكرياس .

قصور الكبد او عدم الكفاية الكبدية
: (Hepatic Insufficiency or Liver Failure)

الكبد لازم للحياة فاذا ما قصر او ازيل يهبط مستوى الكلوكوز في الدم وهذا ما يؤدي الى نقص سكرية الدم المميتة الا اذا اديم مستوى الكلوكوز في الدم عن طريق نقل الكلوكوز داخل الوريد وتهبط يوريا الدم حيث ان الكبد هو الموضع الرئيس لتكوين اليوريا ولكنه تستمر نزمنة فائض الاحماض الامينية فترتفع الامونيا في الدم ولا يبـــرز البيليروبين فيتكون اليرقان ولا تزال سمية اي دواء يعطي ولذا فسيكون مفعوله اطول كثيرا

فرط التوتر البابي (Portal Hypertension) :

ان ارتفاع الضغط لاعلى من ١٠ ملم زئبق في الوريد البابي يطلق عليه فرط التوتر البابي وهو ينتج من تشمـــع (Cirrhosis) الكبد مما يسبب انسداد فروع الاوردة الكبدية داخل الفصيص . واحيانا فان العائق للعائد الوريدي عن طريق الكبد الى الجانب الايمن من القلب قد يكون بسبب‌خثار في الوريد البابي نفسه او الى بديله بواسطة كتلة كهفية من قنوات وريدية صغيرة

ان ارتفاع الضغط الوريدي البابي يؤدي الى الحبن (Ascitis) وفرط الطحالية (Hypersplenism) وقصور الكبد مع التسمـــم بالامونيا واليرقان وهو يميل لان يفتح مفاغرة بين الدورة الدمويـــة النظامية والبابية مما تؤدي الى الدوالي (Varices) في النهاية السفلى للمرىء والجزء الاعلى من المعدة ان نزف دوالي المرىء قـــد يسبب قيء الدم (Haematemesis) ونادرا فان المفاغرة حول السرة قـــد

تؤدي الى حالة راس المدوزا (Caput Medusa) ٠ والمفاغرة حــــول المستقيم تؤدي الى البواسير (Haemorrhoids) ٠

واحدى طرق المعالجة هو اجراء تحويلة بابيــة اجوفيــة (Portcaval Shunt) اي عمل مفاغرة جراحية بين الوريد البابي والتجويف الوريدي الاسفل كي يهبط الضغط في الوريد البابي . ولكن تجهيز الدم للكبد سيقل عندئذ وستقل بذلك قابليته لازالة الآمونيا من الدوران والتسمم بالامونيا قد يؤدي الى السبات (اعتلال الدماغ النظامي البابي) (Systemic Encephalopathy) ٠

وكما رأينا فان الكبد قادر على تحويل الحمض الاميني الواحد الى الاخر . فهو قادر مثلا على ازالة مجموعة الامين من الحمض الاميني حمض الكلوتاميك وربطها الى حمض البيروفيك (والذي ليس له مجموعة امينية) مكونا حمضا امينيا جديدا هو الالانين (Alanine) ٠ والخميرة التي في خلايا الكبد والتي تقوم بهذا التحويل تعرف باسم كلوتاميك ـ بيروفيك ترانزامينيز (Glutamic-pyruvic Transaminase) ٠ وهــذه الخميرة تحرر في الدم عند تلف خلايا الكبد . وان مستــوى مصــل الكلوتاميك ـ بيروفيك ترانزامينيز Serum Glutamic-pyruvic) (Transaminase هو احد التعيينات التي تجري عند الاشتبــاه بمرض الكبد . وحيث ان نفس الخميرة تحول ايضا الالانين الىحمض الكلوتاميك، فانها ايضا تسمى الانين ترانزامينيز (Alanine Transaminase) ٠

وهناك خميرة اخرى تعرف باسم اسبارتيــك ترانزامينيــز (Aspartic Transaminase) او كلوتاميك ـ اوكسالواسيتيــك ترانزامينيــز (Glutamic-oxaloacetic Transaminase) تحول الحمض الاميني حمض الاسبارتيك الى حمض الكلوتاميك . وان مستوى مصل الكلوتاميــك ـ اوكسالواسيتيــك ترانزامينيــز (Serum Glutamic-oxaloacetic Transaminase) يرتفع في حالة مرض الكبد وبعد خثار الاكليلي (حيث انه يحرر ايضا من العضلــة القلبية التالفة) .

مرض الكبد وتكوين بروتين البلازما :

ان نمط الترحيل الكهربائي (Electrophoretic Pattern) لبروتينات البلازما تظهر خمسة اشرطة الاح ، الفا$_1$ كلوبيولين ، الفا$_2$ كلوبيولين ، بيتا كلوبيولين وكاما كلوبيولين . وعند مرض الكبد فانه يقل تكون بروتينات البلازما . ويضعف انتاج الاح الى حد اكثر من الكلوبيولين

(والذي يصنع خارج الكبد ايضا) ، ولذا فان مستوى الكلوبيولين قد يزيد على الاح في البلازما   وهذه التغييرات تظهر جلية على نمط الترحيل الكهربائي .

ويتأثر عاملا التجلط منشىء الليفين وسابق الخثرين ونقصهما قد يقلل من قابلية الدم للتجلط .

ان نقص الاح قد يؤدي الى الخزب .

١٧ ـ الهورمونات

HORMONES

ان فعالية اعضاء مختلفة في الجسم يسيطر عليها بطريقتين :ـ

فالجهاز الاول للسيطرة يتم عن طريق الهورمونات . وهذه مواد كيمياوية تنتج من الغدد الصماء والتي تدور في الجسم وتحور من فعالية الاعضاء البعيدة وجهاز السيطرة الثاني يكون بواسطة النبضات العصبية المنقولة خلال الاعصاب وبعض الاعضاء تكون تحت تأثير الاعصاب والهورمونات معا في آن واحد . فالقلب مثلا ، هو تحت تأثير النبضات العصبية التي تمر من خلال المبهم والاعصاب الودية وكذلك الهورمونات النوراورينالين والادرينالين المتحرران كهورمونات من لب الكظر .

مقدمة الاصطلاح الهورمون :

في عام ١٩٠٢ بينماكان بايليس (Bayliss) وستارلنك (Starling) يدرسان السيطرة على الافرازات المعدية وجدا الغشاء المعدي المخاطي يحتوي على مادة عند زرقها داخل الوريد تسبب افراز العصارة البنكرياسية . وقد اظهرا بان هذه المادة التي سميت بالسكرتين (Secretin) تتحرر في الدم عند دخول الطعام الى الامعاء الدقيقة . وبعد مناقشات مع زملاء في كمبردج اطلق اسم الهورمون (من الاغريقية hormao اي يستفز) على مثل هذه المواد التي تدور في الدم وتحدث تاثيرا في عضو بعيد .

وقد حددت هذه الكلمة حديثا على المواد المنتجة من الغدد الصماء على الرغم من ان عوامل السبيل الهضمي الخلطية (السكرتين، الكاسترين، والبنكريوزايمين) هي هورمونات بحتة .

الغدد الصماء

ENDOCRINE GLANDS

ان الغدة المفرزة في الجسم تقسم الى قسمين فتلك التي تخرج افرازاتها من خلال قنوات كالغدد العرقية والغدد اللعابية تسمى بالغدد المفرزة الخارجية . اما تلك التي ليست لها قنوات وتخرج افرازاتها الى الدم فيطلق عليها بالغدد الصماء .

والغدد الصماء هي :ـ

النخامية
الدرقية
اربعة جنيب الدرقية
اثنان كظرية (فوق الكلية)
اثنان قند (المبيضان في الانثى والخصيتان في الذكر) .
السخد اثناء الحمل

البنكرياس ـ وهو غدة صماء مزدوجة احداهما تنتج الانسولين والثانية مفرزة خارجية تنتج العصارة البنكرياسية .

الغــدة النخامية
THE PITUITARY GLAND (HYPOPHYSIS)

تقع الغدة النخامية في تجويف عظمي في قاعدة الجمجمة يسمى بالحفرة النخامية (Pituitary Fossa) . والغدة معلقة من تحت المهاد بواسطة سويق النخامية . وتتكون الغدة النخامية من جزأين النخامية الخلفية (Posterior Pituitary) او النخامية العصبية (Neurohypophysis) والنخامية الامامية (Anterior Pituitary) او النخاعية الغدية (Adenohypophysis) . وكلا الجزئين يتطور بصورة منفصلة وبعدها يلتحمان . والنخامية الخلفية هي نمو من اسفل الدماغ ، بينما تبدأ النخامية الامامية من اعلى الفم والتجويف الانفي . وسننظر في كلا الجزأين اللذين لهما وظائف مختلفة تماما .

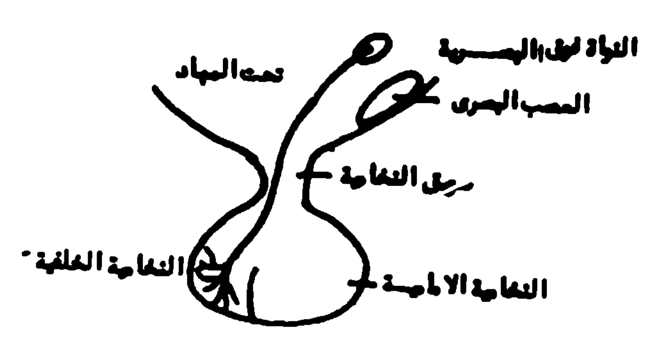
الغدة النخامية الخلفية
THE POSTERIOR PITUITARY GLAND

تتركب النخامية الخلفية بصورة رئيسة من نسيج عصبي . وتنشأ خلايا هذه الاعصاب من النواة فوق البصرية (Supra-optic Nucleuss) والنوى المحيطة بتحت المهاد . وتنزل الالياف العصبية من خلال سويق النخامية لتنتهي في النخامية الخلفية نفسها (شكل ١١٨)

ان تصالب (Chiasma) العصب البصري يقع مباشرة امام الغــدة النخامية ، ولذلك فان ورم هذه الغدة قد يؤدي الى فقد الساحــة البصرية ، او الى العمى التام بسبب الضغط على العصب البصري .

تنتج النخامية الخلفية هورمونات :

١ ــ هورمون زارم (Antidiuretic Hormone)(فازوبرسين) .
٢ ــ هورمون معجل الولادة (اوكسيتوسين)



شكل ـ١١٨ـ ان هورمونات النخامية الخلفية تكون وتحرر بواسطة الاعصاب النازلة في سويق النخامية . وتنشا هـــذه الاعصاب في تحت المهاد فتكون السبيل تحت المهــاد ـ النخامي . ان هذا التحرير للهرمونات بواسطة الاعصاب هو مثال للجهاز المفرز العصبي .

الهورمون الزارم (Antidiuretic Hormone) :

الهورمون الزارم ببتايد صغير يتكون من تسعة احماض امينيــة . ووظيفته تنظيم اعادة امتصاص الماء بواسطة نبيبات الكلية

ان زرق كميات كبيرة من الهورمون الزارم يسبب فرط التوتر بسبب فعله التقلصي الوعائي على الاوعية الدموية ، فهو لذلك مــادة موترة وعائية (Vasopressor Substance) ولهذا السبب يسمى بالفازوبرسين (Vasopressin) · وعلى كل حال فانه ليس هناك من دليل على ان للمستويات الطبيعية الدائرة للهورمون الزارم اي تأثير على ضغط الدم ولكن لها تاثير ملحوظ في زيادة حجم البول .

ان تحرير الهورمون الزارم يكون تحت تأثير المهاد

والهورمون نفسه يتكون بواسطة الاعصاب التي تمر من تحت المهاد الى النخامية الخلفية ، وهو يتحرر استجابة للنبضات العصبية . وهذا ما يشكل جهاز سيطرة اي خليطا من الجهاز العصبـــي والهورموني ويطلق عليه الجهاز المفرز العصبي .

وتحرير الهورمون الزارم ينظم بكمية الماء في الدم . فكلما قلت كمية الماء الموجودة في الدم ، كلما ازداد الضغط التناضحي المسلط من قبل محتوياته . وتوجد مستقبلات التناضح في منطقة الشرايين المجهزة لتحت المهاد ، حيث تكون حساسة للضغط التناضحي فهي تقيس الضغط التناضحي للدم وترسل نبضات عصبية الى النواة فوق البصرية لتحت

المهاد وان فعالية اعصاب مستقبلات التناضح تنظم فعالية الالياف العصبية النازلة من تحت المهاد الى عقدة النخامية الخلفية (السبيل تحت المهاد النخامي) .

واذا حدث نقص في ماء الجسم فانه تحرر كمية اكبر من الهورمون الزارم وهذا ما يزيد من اعادة امتصاص الماء بواسطة نبيبات الكلية وبذا تقل كمية البول المتكونة .

واذا كان هناك فائضا من الماء في الجسم يهبط مستوى الهورمون الزارم وتقل كمية الماء المعاد امتصاصها بواسطة النبيبات فتزداد كمية البول المنتجة .

واذا قصرت النخامية الخلفية عن انتاج هورمون الزرام يحدث البوال التفه (Diabetes Insipidus) ويكون الشخص عطشا بصورة شديدة وتنتج كميات كبيرة من البول .

وبعد ازالة الغدة النخامية (قطع النخامية (Hypophysectomy) فان المريض سيحتاج الى معالجة تعوضه عن جميع هورمونات النخامية الامامية ولكنه لن يظهر البوال التفه . والمظنون في هذه الحالة ان هورمون الزرام يستمر على التكون بواسطة تحت المهاد وسويق النخامية .

هورمون معجل الولادة (الاوكسيتوسين) :

يختلف هورمون معجل الولادة (Oxytocin Hormone) عن هورمون الزرام في اثنين فقط من احماضه الامينية التسعة . وهذا الهورمون مهم فقط في النساء الحوامل .

وله وظيفتان :ـ

١ ـ يقلص رحم الحامل .

ان تحرير الاوكسيتوسين من الغدة النخامية الخلفية هو احد العوامل المصاحبة لبداية ولادة الطفل . وان الزرق الوريدي للاوكسيتوسين المركب هو احدى الطرق لبدء هذه الحدثية .

٢ ـ وهو يساعد في قذف الحليب اثناء الارضاع .

الغدة النخامية الامامية :

تتكون الغدة النخامية الامامية (النخامية الغدية) من نسيج غدى (Glandular Tissue) . وعند فحصها نسيجيا نشاهد ثلاثة انواع من الخلايا بعد تلوينها بالايوسين (صبغة حامضية حمراء) وبصبغة قلوية

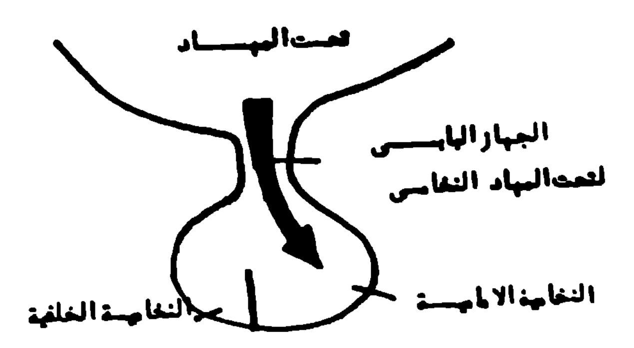
زرقاء . فخلايا النخامية الامامية التي تاخذ صبغة الايوسين تسمى خلايا الفا (خلايا حمضة Acidophil Cells) .

وتسمى الخلايا التي تصطبغ بالصبغة القلوية بخلايا بيتا (خلايا قعدة Basophil Cells) . وتسمى بقية الخلايا التي تبقى دون تلوين بالخلايا النافرة من الصبغ (Chromophobe Cells) .

وعلى الرغم من انه يظهر ان الغدة النخامية الامامية يسيطر عليها بواسطة تحت المهاد ، فلا توجد هناك اعصاب تتجه من تحت المهاد الى النخامية الامامية كما هل الحال من تحت المهاد الى الغدة النخامية الخلفية . والالية التي تتم بها هذه السيطرة قد حلت من قبل تلميذ طب هنغاري اسمه بوبا (Popa) . فقد وجد في عام ١٩٣٠ جهازا بابيا يتجه نزولا نحو سويق النخامية من شعريات في تحت المهاد عن طريق الاوردة البابية الى شعريات في النخامية الامامية (كالوريد البابي الذي يحمل الدم من شعريات السبيل الهضمي الى الكبد) .
وتزداد الادلة التجريبية التي تسند هذه الفرضية بان كل واحد من هورمونات النخامية الامامية مسيطر عليه بواسطة عامل تحرير تحت المهادى (Hypothalamic Releasing Factor) والذي يمر من خلال هذا الجهاز تحت المهاد ـ النخامي البابي ، وينظم تحرير هورمون النخامية الامامية في الدورة الدموية العامة (شكل ١١٩) .

هورمون النمو البشري (هـ.ن.ب) (Human Growth Hormone) :

ان هورمون النمو البشري الذي يتحرر من النخامية الامامية هو الهورمون الذي ليس له عضو خاص يهدف اليه ولكنه يؤثر في جميع انسجة الجسم بصورة عامة . وتحريره يكون تحت سيطرة عامل تحرير



شكل ـ١١٩ـ يظن ان السيطرة على النخامية الامامية يتم بواسطة عوامل تحرير تمر من تحت المهاد الى الغدة عن طريق اوردة تحت المهاد ـ النخامية البابية .

هورمون النمو البشري تحت المهاد . ولقد تم فصله الان ووجد انه يتكون من ببتايد ذو عشرة احماض امينية .

وينبه هورمون النمو البشري اثناء دور الطفولة نمو العظم والنسيج العضلي وبذلك فهو يعين القامة . وزيادة فعاليته تؤدي الى زيادة النمو (العملقة Gigantism) . اما قلة فعاليته فتؤدي الى تاخير النمو (القزامة Dwartism) . ولا يظهر انه ضروري لنمو النسيج العصبي ولذلك فان اقزام النخامية (على غير اقزام الدرقية او القمىء) يكونون عادة ذوو نمو عقلي طبيعي . وهم قصار القامة . ويدخل في هذه الطائفة كثير من قصار القامة في السيرك .

ومثل هذه المعالجة محدودة في الوقت الحاضر وذلك لان هورمون النمو البشري هو بروتين لايوجد بشكل تركيبي . وهو خاص بالنوع وهذا يعني بان هورمون النمو من الحيوان لا يمكن استعماله . والمصدر الوحيد هي نماذج الغدد النخامية البشرية الماخوذة بعد الموت ، وان علاج طفل واحد يقتضي ٤٠٠ غدة لمدة ١٨ شهرا .

وفي سن ١٨–٢٤ فان مشاشات (Epiphysis) العظام الطويلة تلتحم مع العمد (Shafts) ولذا لن يكون بعد ذلك بالامكان النمو اطول من ذلك . ان ورما في الغدة النخامية الامامية والذي يسبب انتاج كمية كبيرة من هورمون النمو بعد البلوغ ، سوف لن يزيد من طول القامة ، وان عظام اليدين والقدمين والجمجمة لن تفقد قوة النمو فيشكو المريض من ان يديه وقدميه تكبران بحيث لن يستطيع لبس قفازيه واحذيته . وان زيادة النمو في عظام الوجه تسبب تشوه الوجه ويطلق على هذه الحالة ضخامة الاطراف (Acromegaly) .

وهناك دليل على ان مستوى واطيء من هورمون النمو البشري يحرر في البالغين الطبيعيين ويلعب دورا في ايض الدهن .

الهورمونات النخامية المحرضة (Pituitary Trophic Hormones) :

ان الهورمونات الباقية المنتجة من النخامية الامامية هي الهورمونات المحرضة (Trophic Hormones) والتي تنظم فعالية الغدد الصماء الاخرى وهي :

١ – الهورمون المدرق (Thyrotrophic Hormone) ويعرف ايضا بالهورمون منبه الدرقية (هـ. م. د) (Thyroid Stimulating Hormone) ويسيطر هذا الهورمون على الغدة الدرقية .

٢ ـ الهورمون محرض قشرة الكظر (Adrenocorticotrophic Hormone) والذي يسيطر على قشرة غدة الكظر .

٣ ـ الهورمونات المحرضة القندية (Gonadotrophic Hormones)

وهي ثلاثة هورمونات : هورمون منبه الجريب (Follicle Stimulating Hormone) والهورمون المصفر (Luteinizing Hormone) ، والهورمون محرض الجسم الاصفر (Luteotrophic Hormone) (البرولاكتين Prolactin) . وتسيطر هذه الهورمونات على القند او الغدة الجنسية . وهذه هي المبايض في الانثى والخصيتين في الرجل .

الهورمون منبه الدرقية (هـ.م.د) ، الهورمون الدرق :

ان الهورمون منبه الدرقية الذي ينتج بواسطة الغدة النخامية الامامية يؤثر على الغدة الدرقية في الرقبة وينبه تحرير هورمون الدرقية، الثايروكسين . وان تحرير (هـ.م.د) بواسطة النخامية الامامية هو تحت سيطرة عامل تحرير هـ.م.د من تحت المهاد . وعامل تحرير هـ.م.د هو ببتايد من ثلاثة احماض امينية والذي تم فصله وتركيبه واستعماله في فحص وعلاج المرضى .

ومستوى الثايروكسين في الدم يؤثر على النخامية الامامية وتحت المهاد لتقليل فعاليتها . وهذا يشكل التغذية الاسترجاعية (Feedback System) التي تميل الى ادامة مستوى ثابت من الثايروكسين في الدم (شكل ١٢٠) .

الغدة الدرقية (Thyroid Gland) :

ان هورمون الثايرويد ، الثايروكسين ، ينبه الايض . فهو يؤثر على جميع خلايا الجسم ويزيد من السرعة التي يستعمل فيها الطعام ويحول الى حرارة وطاقة .

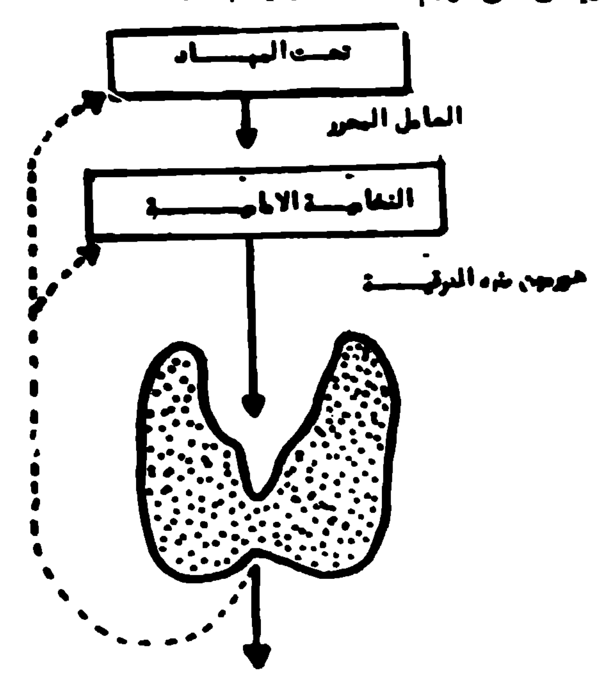
ان الثايروكسين هو حمض اميني يحتوي على اربع ذرات من اليود ويعرف كيمياويا برابع ايودات الثايرونين (Tetra-iodothyronine) . والمركب المماثل له الذي يحتوي على ثلاث ذرات من اليود هو اكثر فعالية، ويظهر ان من المحتمل تحول الثايروكسين الى هذا المشتق ذو الثلاث ذرات من اليود اي ثالث ايودات الثايرونين (Tri-iodothyronine) قبل تأثيره .

ان غدة الثايرويد هي الوحيدة بين الغدد الصماء بكونها تخزن هورموناتها بشكل غروان (Colloid) في حويصلات صغيرة في الغدة . بينما

تخزن الغدد الصم الاخرى هورموناتها داخل خلاياها نفسها . ويسمى هذا الغروان بالكلوبيولين الدرقي (Thyroglobulin) . ويتحكم الكلوبيولين الدرقي بواسطة خميرة مجزاة للبروتين محررة الثايروكسين . ويدور هورمون الثايروكسين في الدم متحدا مع بروتين (الفاكلوبيولين ، (Alpha Globulin .

ان تكون الثايروكسين بواسطة الغدة الدرقية يتطلب اليود في القوت ويوجد اليود في ماء البحر والمناطق التي حول البحر حيث تستعمل اعشاب البحر كسماد للغلة لا يكون في قوتها نقص في اليود . اما المناطق البعيدة عن البحر فانه قد يظهر نقص اليود ، الا اذا اضيف الى القوت . واحسن طريقة هو اضافة املاح اليود الى ملح المائدة .

ويطلق على تورم الغدة الدرقية بالدراق (Goitre) . فاذا كان



شكل -١٢٠- ان الغدة الدرقية يسيطر عليها بواسطة الهرمون منبه الدرقية (هـ.م.د) من النخامية الامامية . وهذا التحرير (هـ.م.د) يكون بدوره تحت تاثير عامل تحرير هـ.م.د من تحت المهاد ان الثيروكسين يثبط تحرير هـ.م.د وعامل تحرير هـ.م.د .

هناك نقص في يود القوت فانه ينتج دراق نقص اليود . وهذا يصاحب بقلة فعالية الغدة . وقد يكون الدراق بسبب الورم . واذا كان هذا الورم ينتج كميات كبيرة من الثايروكسين فانه سيصاحب زيادة فعالية الغدة (الدراق الانسمامي الدرقي Thyrotoxic Goitre) .

قلة فعالية الغدة الدرقية (Underactivity of the Thyroid Gland)

اذا قلت فعالية الغدة الدرقية (نقص الدرقية Hypothyroidism) فانه سيهبط مستوى الثيروكسين الدائر في الدم وسيكون هناك نقص في ايض الجسم .

وفي الطفل فان هذا النقص في الايض سيبطىء حدثيات التطور مؤديا الى قزم عاجز متأخر عقليا يعرف بالقميء (Cretin) .

ويطلق على الحالة عند البالغ بالخزب المخاطي

وتنخفض درجة الحرارة وتقل سرعة القلب وتكون فعالية الدماغ بطيئة اضافة الى ترسب مادة شبيهة بالسائل تحت الجلد والتي تعطي اسم هذه الحالة (Myxa مخاط ، Oidema = خزب) .

ويصبح الجلد غليظا وخشنا . ويخف الشعر على الحاجبين والشوى (Scalp) وينتفخ الوجه والجفنين .

وتعالج حالة الخزب المخاطي بتناول الثيروكسين عن طريق الفم . فهو مركب كيمياوي ثابت وليس كالهورمونات التي هي بروتينات ، اذ انه لا يتلف بالعصارات المعدية .

زيادة فعالية الغدة الدرقية (Overactivity of the Thyroid Gland) :

اذا كانت الغدة الدرقية ذات فعالية زائدة (فرط الدرقية Hyperthyroidism) فان السرعة الايضية تزداد ، وتزداد الحرارة المنتجة ويصبح الجلد حارا ومعرقا . ويضرب القلب بسرعة اعلى وتستمر هذه الزيادة اثناء النوم . وعلى كل فانه قد يكون من الصعب تعيين سرعة النبض اثناء النوم حيث ان الدماغ في تلك الحالة يكون منبها بتأثير الثايروكسين مما يجعل الشخص في حالة نوم خفيف . وان زيادة استفزازية العضلة القلبية قد تؤدي الى تكون نواظم شاردة في الاذينين مؤدية الى الرجفان الاذيني .

الانسمام الدرقي (Thyrotoxicosis)

هو الاصطلاح الذي يطلق عندما يكون الشخص في حالة فرط

الدرقية مريضا سر ريا بهذه الحالة ، والتنبيه العقلي يجعل المرضى في حالة عصبية ، ومستثارة ويكون من الصعب العناية بهم . وبسبب هذه الحقيقة فان الطعام يتحول بسرعة الى حرارة ، وغالبا ما يفقد المرضى وزنهم على الرغم من ازدياد شهيتهم للاكل .

وتعالج حالة الانسمام الدرقي اما طبيا او جراحيا . والادوية مثل الميثيمازول (Methimazole) والكاربيمـــازول (Carbimazole) تمنع الغدة من اخذ الاوكسجين وبذلك تقلل تكوين الثيروكسين . وعلى كل فقد يزداد حجم الغدة اثناء هذه المعالجة ، واذا امتدت الغدة الى الصدر خلف القص ، فان هذا التوسع الغدي قد يضغط على الرغامي مؤديا الى انسدادها .

وقد تعالج حالة الانسمام الدرقي عند مريض كبير في السن باستعمال اليود المشع حيث يؤخذ عن طريق الفم . فيدخل مجرى الدم ويؤخذ انتخابيا بواسطة الغدة الدرقية وتحطم الاشعاعية النسيج الغدي وبذا تقلل من تكوين الثيروكسين . وتتكون المعالكة الجراحية من ازالة معظم الغدة (شق الدرقية الجزئي Partial Thyroidectomy) . والعادة ازالة اكثر ما يمكن ، لا اقل ما يمكن من الغدة حيث ان اي حدوث للخزب المخاطي يمكن علاجه باعطاء الثيروكسين عن طريق الفم . وتكون الغدة في حالة الانسمام الدرقي وعائية للغاية وهذا ما يجعل وقف النزف صعبا للغاية من الناحية العملية . وعلى كل فانه يمكن تقليل الوعائيـــة وذلك باعطاء جرع من اليود خلال الاسبوع الذي يسبق العملية ولا تعرف طريقة فعله ولكنه يعطى كهوادة وقتية من الانسمام الدرقي واذا ما اريد تأجيل العملية لاي سبب كان فان اليود عندئذ سيتوقف عن التأثير وسيكون من الضروري ارسال المريض الى بيته لستة اشهر حيث يكون بعدها العلاج باليود فعالا مرة اخرى .

الدراق الجحوظي (Exophthalmic Goitre) :

غالبا ما يكون للمريض بالانسمام الدرقي تعبير قلق محدق . وذلك بسبب جحوظ كرة العين . وهو على الاخص محتمل حدوثه اذا ما كان الانسمام الدرقي بسبب زيادة فعالية النخامية الامامية (والتي قد يكون سببها نفسيا زيادة فعالية تحت المهاد شكل ١١٩) . ولا يظهر ان الجحوظ يكون بسبب زيادة هورمون منبه الثيروكسين ، بل لمادة لم تعين بعد من النخامية الامامية تعرف بمادة الجحوظ (Exophthalmic Substance) .

الثيروكسين للنحافة (Thyroxine for Slimming) :

لقد استعملت حبـــوب الثايرويـــد (Thyroid Tablets)

عن طريق الفم لعلاج السمنة . فاذا كانت المتطلبات السعرية لشخص ٢٢٥٠ سعرة كبيرة في اليوم وهو يتناول ٢٥٠٠ سعرة كبيرة ، فان الماخوذ سيزيد على المطلوب ، ولذا يترسب الدهن تحت الجلد مؤديا الى السمنة. ولكنه اذا ما زيدت المتطلبات السعرية الى ٢٧٥٠ سعرة كبيرة في اليوم وذلك بتناول حبوب الثيروكسين ، فان الماخوذ في هذه الحالة سيكون إقل من المطلوب ،وسيستعمل دهن الجسم . وفي كل الاحوال فانه يجب الحذر من ان زيادة الثيروكسين في الدم لاتؤدي الى الرجفان الاذيني .

فحص فعالية الدرقية (Investigation of Thyroid Activity) :

حيث ان فعالية الغدة الدرقية تؤثر على الايض ، فان تعيين معدل الايض تحت الظروف القاعدية (معدل الايض الاساسي) ، يعطي دليلا على فعالية الدرقية . يكون مستوى الكولسترول واطئا في الانسمام الدرقي (١٠٠ ملم في كل ١٠٠سم٣) وعاليا في الخزب المخاطي (٦٠٠ ملغم في كل ١٠٠ سم٣) . والمستوى الطبيعي هو ٢٠٠ ملغم من الكولسترول في كل ١٠٠سم٣ من الدم . ويقلل الثايروكسين من مستوى الكولسترول وذلك بزيادة الكولسترول في الصفراء .

ان مستوى الثيروكسين في البلازما من الصعب قياسه سريريا فاذا لم تتيسر الوسائل اللازمة فانه يعين عندئذ اليود المقيد مع البروتين (Protein Bound Iodine) ، بدلا من ذلك حيث يستعمل كدليل لفعالية الدرقية ان اليود المقيد مع البروتين هو مقياس للثيروكسين زائدا مركبات اليود البروتينية الاخرى . وهو لا يشمل ثالث ايودات الثايرونين (Tri-iodothyronine) الدائر والذي ليس ببروتين مقيد .

ان اليود المقيد مع البروتين يكون عاليا في حالة الانسمام الدرقي وواطئا في الخزب المخاطي .

ان فحص فعالية الدرقية قد سهل باستعمال المشعة لليود . ويستعمل اثنان ، اليود ١٣٢ والذي له حياة قصيرة جدا (نصف الحياة ساعتين) ثم اليود ١٣١ والذي نصف حياته ثمانية ايام ولا يستطيع الجسم التميز بين هذين النظيرين لليود الطبيعي ، فان جميعها تتحد مع الثيروكسين بنسبة وجودها في الدم .

ان النظائر المشعة لها ميزة هو امكانية قياسها عن طريق اشعاعها فان جرعة فمية من اليود المشع تعطي تركيزا قابلا للقياس في منطقة الرقبة بعد اربع ساعات وهذا ما يمكن قياسه باستعمال مسجل اشعاعي خارجي . ان الماخوذ يكون عاليا في حالة الانسمام الدرقي وواطئا في حالة

الخزب المخاطي .

ان سرعة نفضه الكاهل تعود الى فعالية الدرقية .

الغدد جنيبات الدرقية

THE PARATHYROID GLANDS

على الرغم من ان الغدد جنيبات الدرقية لا يسيطر عليها بواسطة النخامية الامامية ، ولكننا سندرسها هنا بسبب انها تعود فسلجيـــا وتشريحيا الى الغدة الدرقية .

وهناك اربعة غدد جنيبات الدرقية مطمورة في الغدة الدرقية وهي تنتج هورمون جنيب الدرقيـــة (باراثورمون (Parathormone والذي يديم مستوى الكالسيوم في البلازما على عشرة ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم٣ من البلازما . ولا يوجد اي كالسيوم في كريات الدم الحمراء ولهذا السبب فان مستوى الكالسيوم في البلازما هو الذي ينظر اليه عادة وليس مستوى الكالسيوم في الدم .

ان مستوى الكالسيوم في الدم ٥ر٥ ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم٣ من الدم .

ان دور فيتامين (د) في تنظيم مستوى الكالسيوم في البلازما قد تم بيانه فيما سبق .

زيادة فعالية الغدة جنيب الدرقية

: (Overactivity of the Parathyroid Glands)

بسبب وجود ورم جنيب الدرقية والذي ينتج بفعالية هورمون جنيب الدرقية (فرط جنيب الدرقية (Hyperparathyroidism فانه سيرتفع مستوى الكالسيوم في البلازما الى ٢٠ ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم٣ من البلازما . وهذا الكالسيوم قد اتى من العظم وهو حتما سيبرز من الجسم في البول ، مما يجعل العظام مسامية مخلخلة يؤدي بها الى الكسر المتكرر .

ويكتشف التخلخل من قلة عتامة الاطراف الى اشعة اكس عنـــد مقارنتها مع طرف طبيعي . وتعتمد كثافة فلم اشعة اكس على محتوى الكالسيوم في العظم . ولكنها كذلك تعتمد على فترة التعريض وفترة الاظهار الفوتوغرافي . وللمقارنة فانه من العادة ان يصور عضو المريض مع عضو طبيعي جنبا الى جنب وتقارن بعد ذلك كثافة الظلين . ولذلك فان

فلما باشعة اكس لمريض يظهر ذراعين ايسرين لن يكون شيئا شاذا ، ولكنه يظهر حالة اشتباه بورم جنيب الدرقية .

تتكون العظام من البروتين الذي تقوى بترسب هيدروكسي ابتيت الكالسيوم (Calcium Hydroxyapatite) · وهذا ملح للكالسيوم يتركب من هيدروكسيد الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم . وفي الظروف الطبيعية فان العظم يتحطم باستمرار ويعاد تكوينه تبعا لتغير الجهود الميكانيكية . فيتكون العظم الجديد بواسطة خلايا بانية العظم (Osteoblast cells) بينما يبعد العظم القديم بواسطة خلايا نافظة العظم (Osteoclast Cells) ·

قلة فعالية الغدة جنيب الدرقية

: (Underactivity of the Parathyroid Gland)

ان قلة فعالية الغدة جنيب الدرقية (نقص جنيب الدرقية (Hypoparathyroidism يؤدي الىهبوط الكالسيوم في البلازما. وهذا الهبوط يؤدي الى زيادة استفزازية الاعصاب والملتقى العصبي العضلي (Neuromuscular Junction) ويؤدي اخيرا الى التكزز (Tetany) اذا ما هبط الكالسيوم في البلازما الى اقل من ٦ ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم٣ من البلازما ويطلق على شنج اليدين والقدمين (شنج الكف والقدم Carpopedal Spasm) واضافة لذلك فقد يكون هناك شنج حنجري (Laryngeal Spasm) · وان زيادة استفزازية الخلايا العصبية في الدماغ قد يؤدي الى الاختلاجات (Convulsions) ·

ان زيادة الاستفزازية العصبية يمكن اكتشافها في مرحلة مبكرة وذلك بالنقر على العصب الوجهي عند تقاطعه في زاوية الفك (علامة شفوزتك التكزز الكامن Chvostek's Sign of latent Tetany) فاذا كان مستوى الكالسيوم في البلازما واطئا ، فان عضلات الوجه في ذلك الجانب ستنتفض وكذلك فان عصر الذراع او استعمال كفة مقياس ضغط الدم سيسبب شنجا في الساعد مع تمد الاصبع الوسطي والسبابة (علامةتروسو للتكزز الكامن Trousseau's Sign of latent Tetany) ·

ان نقص جنيب الدرقية قد يتبع عملية قطع الدرقية الجزئي ، وانه غالبا ما تزال ثلاث غدد جنيب الدرقية اثناء هذه العملية وقد تتأثر الغدة الرابعة من جراء العملية وتكون نتيجة ذلك انخفاض فعالية جنيب الدرقية .

وعلاج حالة نقص جنيب الدرقية هو برفع مستوى الكالسيوم في

الدم . واذا اعطي الكالسيوم عن طريق الفم فانه سيتطلب الامر تناول كمية كافية من فيتامين (د) وذلك لامتصاصه وللاستفادة منه .

الكالسيتونين

CALCITONIN

وهناك هورمون ثاني يؤثر على الكالسيوم في البلازما كان المعتقد انه ينتج من قبل الغدة جنيب الدرقية . لكنه ثبت الان بان هذا الهورمون ينتج بصورة رئيسة ان لم يكن بصورة تامة بواسطة الغدة الدرقية ويطلق على هذا الهورمون اسم الكالسيتونين او الثايروكالسيتونين (Thyrocalcitonin) وان فعل هذا الهورمون هو تخفيض الكالسيوم في الدم وذلك عن طريق حصره في العظم . وان اهميته السريرية لم تقيم بعد .

الغدد الكظرية

THE ADRENAL GLANDS

هناك غدتان كظريتان (فوق الكلية) تقع على المظهر العلوي لكل كلية . وكل غدة كظر تتكون من لب مركزي (Central Medulla) وقشرة خارجية (Outer Cortex) .

لـب الكظـر

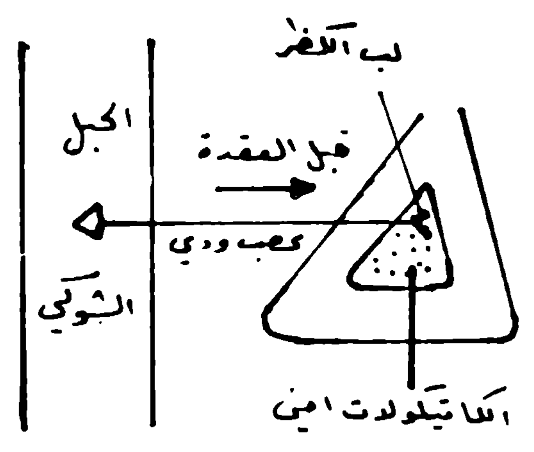
ADRENAL MEDULLA

يحرر لب الكظر الكاتيكولات الامينية (Catecholamines) وبصورة رئيسة الادرينالين والنورادرينالين (كاستجابة للنبضات العصبية المارة على طول الاعصاب الودية قبل العقدة لهذا الجزء من الغدة (شكل ١٢١) .

وتزيد الكاتيكولات الامينية من فعالية الجهاز العصبي الودي . اضافة الى ذلك فان الادينالين يحرك كلايكوجين الكبد .

ورم القوائم (Phaeochromocytoma) :

وهو ورم لب الكظر الذي يؤدي الى زيادة انتاج الكاتيكولات الامينية . فتحرير كميات كبيرة من النورادرينالين يؤدي الى سورات من الضغط الدموي العالي جدا . وعلاجه هو ازالة الورم جراحيا .



شكل -١٢١- ان التجهيز العصبي الودي للب الكظر (فوق الكلية) يتكون من الياف قبل العقدة فقط . ولا توجد هناك الياف بعد العقدة . وبدلا من ذلك فان الكاتيكولات امين النورادرينالين والادرينالين تتحرر في الدم كهرمونات استجابة لفعالية العصب قبل العقدة .

قشرة الكظر

ADRENAL CORTEX

تتكون قشرة الكظر من ثلاث طبقات . وهي من الخارج الى الداخل : النطاق الكبيبي (Zona Glomerulosa) ، والنطاق الخزيمي (Zona Fasciculata) ، والنطاق الشبكي (Zona Reticularis) .

وينتج النطاق الكبيبي هورمون الالدوستيرون والذي يسهل من اعادة امتصاص الصوديوم بواسطة نبيبات الكلية وان زيادة هذا الهورمون تسبب احتباس الصوديوم (والماء) ونقصان البوتاسيوم .

ان الية السيطرة على تحرير الالدوستيرون لم توضح كليا بعد . فهي ليست تحت سيطرة النخامية الامامية . بل كما لو ان الالدوستيرون تحت سيطرة الانكيوتنسين المتكون من الرنين المتحرر بواسطة الكليتين .

ويكون النطاق الحزيمي والنطاق الشبكي سلسلة من الستيرويدات القشرية (Corticisteroids) (وتعرف ايضا بالقشرانيات (Corticoids) او الستيرويدات (Steroids) . والستيرويد القشري الرئيس الموجود طبيعيا هو الكورتيزول (Cortisol) (الهيدروكورتيزون Hydrocortisone)

ان افعال هورمون الكوتيزول معقدة ، ولكنه يمكن تلخيصهـــا كالاتي :ـ

١ ـ تساعد على الاستفادة من البروتين لانتاج الحرارة والطاقة بدلا من استعمال الكربوهيدرات .

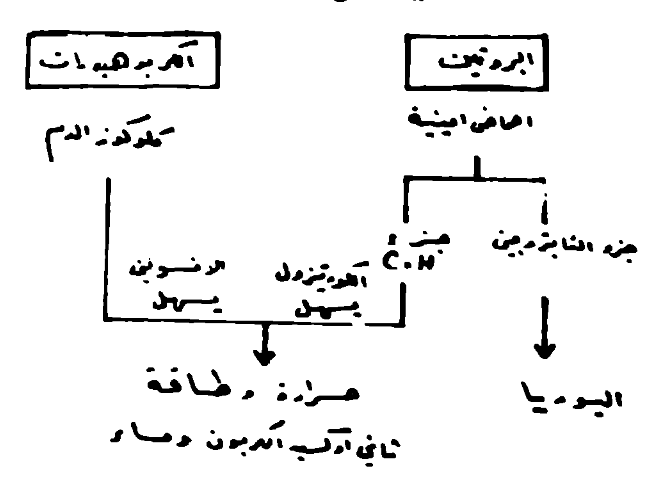
٢ ـ وهو مضاد للارجية (Anti-allergic) .

٣ ـ وهو مضاد للالتهابية (Anti-inflammatory) .

٤ ـ وان له بعض فعل الالدوستيرون ، اي انه يسبب احتباس الصوديوم (والماء) وفقدان البوتاسيوم .

ان احتباس الملح والماء قد يؤدي الى الخزب وفرط التوتر ، وان الاستفادة من الكربوهيدرات لانتاج الحرارة والطاقة تسهل بواسطـــة الانسولين والذي يمكن الكلوكوز من الدخول الى الخلايا . وقبل ان يستطيع البروتين الافادة بهذه الطريقة ، فانه تنتز من الاحماض الامينية ويستعمل جزء غير النايتروجين من الجزيئة لانتاج الحرارة والطاقـــة (شكل ١٢٢) .

ان زيادة مستوى الكورتيزول في الـــــدم ستقلـــــل من ايض الكربوهيدرات وتزيد من ايض البروتين . ونتيجة لذلك يبقى كلوكوز الدم دونما استعمال مما يسبب في ارتفاع مستواه . فاذا زاد المستوى عن الحد



شكل ـ١٢٢ـ ان مستوى عالي من الكورتيزول في الدم يساعـــد في الاستفادة من البروتين لانتاج الحرارة والطاقة . وتكبت الاستفادة من كلوكوز الدم فيؤدي ذلك الى حـــدوث مستوى عالي للكلوكوز في الدم والكلوكوز في البول .

الاقصى للكلوكوز في نبيبات الكلية (مستوى الكلوكوز اكثر من ١٨٠ ملغم كلوكوز في كل ١٠٠ سم٣ دم) فان الكلوكوز سيظهر في البول مؤديا الى السكري (Diabetes Mellitus) . وهذا الشكل من السكري يكون مقاوما للانسولين حيث انه يسبب زيادة الكورتيزول . وفي نفس الوقت فان بروتين الجسم سيتحطم ويستعمل للحرارة وللطاقة . وهذا ينطبق بالاخص على النسيج الرابط او الليفي المتكون حديثا . كذلك يتأثر التئام الجرح .

ان خاصية الكورتيزول لحبس الصوديوم (والماء) يؤدي الى الخزب. ويلاحظ الخزب على الاخص في الوجه حيث يكون دائريا ويشبه البدر الكامل . والملامح المبرزة هو عدم امكان رؤية الاذنين عند النظر الى المريض من الامام .

ولقد تم تطوير تركيب قشرانيات (ستيرويدات) والتي لها خواص حبس اقل للصوديوم من الكورتيزول مع الاحتفاظ بوظائفها الايضية ووظائفها المضادة للارجية وللالتهابية . وهذه تشمل البريدنيزولون (Prednisolone) (احد مشتقات الكورتيزول) ، والبريدنيزون (Prednisone) (مشتق من الكورتيزون) ، والبيتاميثازون (Betamethasone) . وقد وجد بان الفعالية المضادة للالتهابية لمشتقات الفلور تكون اكثر من الكورتيزول نفسه .

ان المداواة الستيرويدية تستعمل في علاج كثير من الحالات (بضمنها التهاب المفصل Arthritis) ، والامراض الارجية (مثل الربو) وحالات الجلد الالتهابية بضمنها التهاب العين . وهو ايضا ذو فائدة في حالة المتلازمة الكلائي (Nephrotic Syndrome) (والذي يصاحبها عادة فقدان كبير للبروتين في البول) ، وبعض الاضطرابات في الدم مثل الفرفرية بقلة الصفيحات (Throbocytopenic) . ولقد استعملت الستيرويدات القشرية لخفض رفض الاعضاء المغروسة .

وحيث ان الستيرويدات القشرية تؤدي الى تحطم بروتين الجسم ، فيجب الحذر عند استعمالها في مرض القرحة المعدية (تؤدي الى الاشتداد) والسل الرئوي (تزيل النسيج الليفي المغلف للكائنات الحية وتحرر عصيات التدرن (Tubercle Bacilli) وبعد عملية حديثة (تؤثر في اندمال الجرح) وان وجود الخمج قد يقنع بانخفاض التفاعلات الالتهابية . ويحتاج الى كميات اكبر من الستيرويدات القشرية خلال فترات الكرب .

ان مستوى الستيرويدات القشرية العالي في الدم يثبط تحرير هورمون محرض قشرة الكظر من النخامية الامامية ويكتم التحرير

الطبيعي للكورتيزول من قشرة الكظر وبعد تداوي مدة طويلة ، فان جرعة الستيرويدات القشرية يجب تقليلها تدريجيا وذلك للسماح للنخامية ان تستعيد تحرير هورمون مجرض قشرة الكظر ولقشرة الكظر بتحرير الكورتيزول .

داء كوشنك (Cushing's Disease) :

ان ازدياد الكورتيزول بسبب زيادة فعالية قشرة الكظر يؤدي الى متلازمة كوشنك ان كان اساسا بسبب قشرة الكظر نفسها وان كان نتيجة زيادة هورمون محرض قشرة الكظر بسبب ورم النخامية (ورم غدي قعـــد Basophil Adenoma) فانه يطلق على الحالة بداء كوشنك.

فاحتباس الصوديوم والماء يؤدي الى الخزب (خصوصا للوجـه) وزيادة في ضغط الدم . وقد يحدث سكري مقاوم للانسولين مع بيلة كلوكوزية (Glycosuria) .

وتحدث زيادة في ترسيب الدهن على الجذع (ولكن لا على الاطراف) وقطعة مميزة من الدهن في ظهر الرقبة (مثل سنام الجاموس) ويتكدم الجلد بسهولة وتظهر خطوطا ارجوانية مع التشعر في المراة وقد توجد ايضا تغيرات نفسية .

ان ارتفاع مستوى الكورتيزول يؤدي الى زيادة في ابراز مشتقات الكورتيزول في البول (على الاخص مركبات ١١ ــ هيدروكسي) ويكون العلاج بقطع الكظر (Adrenalectomy) او (قطـــع النخاميــة (Hypophysectomy) مع تعويض الهورمون فيما بعد

داء كـــون (Conn's Disease)

ان ازدياد انتاج الالدوستيرون يكون عادة بسبب ورم نسيج النطاق الكبيبي لقشرة الكظر ويطلق عليه بداء كون او الالدوستيرونية الاوليــة (Primary Aldosteronism) . وهي حالة نادرة يصاحبها ضعف عضلي ونقص شديد في البوتاسيوم (والماء) في البول . ولذا فان الشخص يكون عطشا ويشرب بكميات كبيرة (العطاش Polydipa) وينتـــج حجما كبيرا من البول (البوال Polyuria)

داء اديسون (Addisons Disease)

يطلق على قلة فعالية غدة الكظر بداء اديسون وقد يكون سببه ظمور الغدة او تحطمها بواسطة السل وتتأثر القشرة واللب معا ويفقد الصوديوم والماء من الجسم فيؤدي ذلك الى نقص الوزن ، وهبوط ضغط الدم ، والضعف العضلي ، والغثيان والقيء ويتعطل انتاج الكاتيكول

امين مع تكون صباغ داكنة هي الملانين (Melanin) بدلا من الادرينالين والنورادرينالين ويصبح الجلد مصبوغا خصوصا في المناطق المكشوفة . وحيث ان الادرينالين يلعب دورا مهما في تحريك كلايكوجين الكبد عند الحاجة لادامة مستوى السكر في الدم ، فانه قد تحدث سورات من هبوط السكر في الدم (نقص سكرية الدم) في هذه الحالة ، وحيث ان مستوى الكلوكوز المناسب في الدم ضروري لوظيفة الدماغ الطبيعية فان نقص سكرية الدم قد يصاحبها تغيرات عقلية (استثارية Irritability تخليط Confusion ، واخيرا السبات) .

وان المريض بنوبة اديسونية (Addisonian Crisis) قد يكون مسبتا .

وتشمل المعالجة برفع مستوى الصوديوم والماء والكلوكوز والكورتيزول (بالتسريب داخل الوريد ان كان ضروريا) ومن ثم ادامة المريض على القشرانيات يوميا .

متلازمة الكظري التناسلي (Adrenogenital Syndrom) :

ان ورم قشرة الكظر قد ينتج هورمونات مذكرة (لها خصائص الهورمون الذكري) (Androgenic Hormone) والتي تؤدي الى الترجل (Virilism) في النساء والبلوغ المبكر في الصبيان. وقد تنتج تغيرات مشابهة من اخطاء ولادية خلقية للايض والذي يعطل انتاج الكورتيزول بواسطة الغدة .

الهورمون منبه حامل الملانين

MELANOPHORE STIMULATING HORMONE

ان الجزء الوسطي الذي يقع بين جزئي الغدة النخامية الامامية والخلفية يعتقد بانه ينتج الهورمون المنبه لحامل الملانين . وكيمياويا فان الهورمون المنبه لحامل الملانين له نفس سلسلة الاحماض الامينية كما في جزء الهورمون المنبه لقشرة الكظر . فهو ينبه الخلايا الملانية في الجلد لانتاج صباغ الملانين السوداء . واهمية الهورمون المنبه لحامل الملانين في الانسان لم تقيم بعد تماما ولكن زيادة تكونه قد تكون السبب في زيادة التلون المشاهد في داء اديسون وفي بعض حالات الانسمام الدرقي وفي الحمل .

١٨ ـ التكاثر

REPRODUCTION

الهورمونات محرضة القند النخامية

PITUITARY GONADOTROPHIC HORMONES

تنتج النخامية الامامية ثلاث هورمونات محرضة القند والتي تسيطر على فعالية المبايض (Ovaries) في الانثى والخصية (Testis) في الرجل . وهذه الهورمونات في الانثى هي : الهورمون منبه الجريب (Follicle Stimulating Hormone) ، والهورمون المصفر (Luteinizing Hormone) ، والهورمون محرض الجسم الاصفر (Luteotrophic Hormone) والذي يعرف ايضا بالبرولاكتين (Prolactin) . وتوجد نفس الهورمونات في الرجل ولكنه يشار الى الهورمون المصفر بالهورمون منبه الخلية البينية (Interstitial Cell Stimulating Hormone) . وليست للهورمون محرض الجسم الاصفر اية وظيفة معلومة .

والفرق الاساسي هو في تحرير هذه الهورمونات محرضة القند ، فهي تتحرر دوريا في الانثى (بتعاقب دوري حوالي ٢٨ يوما) ولكنها تتحرر باستمرار في الرجل .

الهورمونات المبيضية

OVARIAN HORMONES

ان المبيضين اللذين يقعان في الحوض (Pelvis) لا ينتجان فقط خلية البيضة او البيضة فقط . اذ هما ايضا غدتان صماويتان تنتجان الهورمونات .

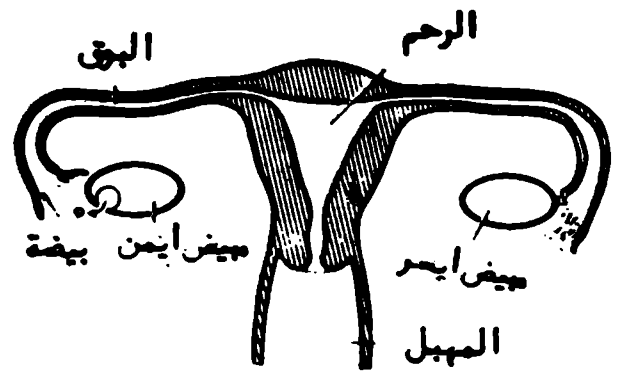
١ ـ الايستروجين (الطموث) Oestrogen .

٢ ـ البروجستيرون Progestirone .

ويظهر الهورمون الجنسي الانثوي الايستروجين عند البلوغ ، وظهوره يؤدي الى تطور الخصائص الجنسية فالثانوية في الانثى والتي تشمل ظهور الثديين والتوزيع الانثوي للشحم وشعر الجسم .

في كل شهر من بدء الحيض (Menarche) الى الاياس

(Menapause) فان احد المبيضين ينتج بيضة تطلق في وقت الاباضة (Ovulation) الى التجويف البطني . فتدخل النهاية المفتوحة من الانبوب الرحمي (انبوب فالوب Fallopian Tube) لنفس ذلك الجانب او الجانب الاخر وتنتقل على طول هذا الانبوب الى تجويف الرحـــم (شكل ١٢٣) .



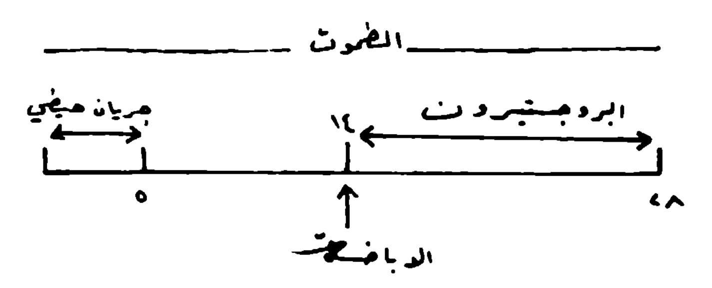
شكل ـ١٢٣ـ مخطط يبين الجهاز التناسلي للانثى اثناء الاباضة .

واذا لم تخصب البيضة بواسطة نطفة (Sperm) ذكرية ، فانهـــا تبقى في التجويف الرحمي مدة ١٤ يوما فقط . وتتحطم بعد ذلك بطانة الرحم (Endometrium) وتطرح سوية مع البيضة وكمية معينة من الدم (حوالي ٥٠ سم٣ عادة) خلال فترة ٣ـ٥ ايام على شكل جريان حيضي .

ان اليوم الاول للحيض هو اليوم المناسب للتعيين ، حيث يحتسب اليوم الاول للدورة الحيضية (شكل ١٢٤) ويستمر الحيض الى اليوم الخامس . وتحصل الاباضة في اليوم الرابع عشر تقريبا ، ويحدث الحيض التالي (والدورة) بعد ثمانية وعشرين يوما . وتختلف الدورات في المدة . فقد تكون قصيرة الى حد ثلاثة وعشرين يوما ، او قد تكون طويلة تصل الى خمسة وثلاثين يوما . وقد لا تكون منتظمة ، ولكنه مهما كانت طــول الدورة فانه تكون هناك فترة اربعة عشر يوما ثابتة تقريبا بين الاباضة والحيض التالي .

ان الحوادث في الدورة تحت سيطرة الغدة النخامية الامامية . فاذا ما ازيلت توقفت الدورة ان الهورمون منبه الجريب من النخاميـــة الامامية ، ينبه لانضاج بيضة واحدة كل شـــهر في جريـــب مبيضي (Ovarian Follicle) . وقبيل الاباضة بقليل ، تظهــر في الدورة الدموية كميات من الهورمون المصفر (Luteinizing Hormone) . وان الفعل المشترك للهورمون منبه الجريب وهذا الهورمــون المصفر هو الذي يحدث الاباضة في اليوم الرابع عشر تقريبا

والتجويف المتبقى في المبيض بعد طرح البيضة يصبح مملوءا بالدم ويتحول بعد ذلك الى الجســـم الاصفر (Corpus Luteum) ·
وان هذا الجسم الاصفر هو الذي ينتج هورمون البروجستيرون . وكما يتبين من اسمه، فانالبروجستيرون (قبلالحمل (Pro-gestation هو الهورمون قبل الحمل اي انه يهيء الجسم للحمـــل وحيث ان الجسم الاصفر لا يتكون حتى تحدث الاباضة في اليوم الرابع عشر ، فان البروجستيرون يكون موجودا فقط في الدورة النصف الثاني من الدورة الحيضية (شكل ١٢٤) .



شكل -١٢٤- ان الدورة الحيضية تبدأ ببداية الحيض (يوم١) . وهي تستمر في المتوسط ٢٨ يوما . وهناك فترة حوالي ١٤ يوما بين الاباضة والحيض التالي .

واذا لم تتخصب البيضة فان الجسم الاصفر يبدأ بالتكلس حوالي اليوم السادس والعشرين ويختفي البروجستيرون من الدورة الدموية وان اختفاء البروجستيرون من الدورة الدموية في نهاية الدورة ، هو الذي يسبب تحطم بطانة الرحم حيث يؤدي الى جريان الحيض التالي .

ان الاباضة وتكوين الجسم الاصفر يكونان تحت سيطرة الهورمون المصفر من النخامية الامامية وان تحرير البروجستيرون من الجســم الاصفر المتكون حديثا من المحتمل ان يكون تحت سيطرة هورمون نخامي ثالث هو الهورمون المحرض للجسم الاصفر ويمكن شرح تعاقب تحرير هورمون منبه الجريب والهورمون المصفر كالاتي . اذ انه عند نمو جريب المبيض فانه ينتج الايستروجين حيث يميل لان يثبط من تحرير هورمون منبه الجريب وينبه تحرير الهورمون المصفر

فاذا تخصبت البيضة يبقى الجسم الاصفر ويصبح عند ذلك الجسم الاصفر للحمل (Corpus Luteum of Pregnancy) · ونتيجة لذلك لا يحدث هبوط في مستوى البروجستيرون ولذلك لا يحدث اي جريان حيضي بعد ثمانية وعشرين يوما . ولا تبدأ فترات الحيض مرة أخرى الا بعد ولادة الطفل .

ان البروجستيرون من الجسم الاصفر للحمل (وفي وقت متأخر في الحمل من السخد) يثبط الدوري للهرمونات محرضة القندي من النخامية الامامية فتتوقف الاباضة

موانع الحمل الفمية

ORAL CONTRACEPTIVES

ان حقيقة كون البروجستيرون (والايستروجين) يثبط الاباضة ، قد استفيد منها في موانع الحمل الفمية فاذا ما اخذ شكل فاعل من البروجستيرون عن طريق الفم يوميا من اليوم الخامس للدورة ، فان الاباضة التي يجب ان تكون في اليوم الرابع عشر سوف لن تحـــدث ، وسيكون من المستحيل حدوث الاخصاب . فاذا ما سحب البروجستيرون في اليوم السادس والعشرين ، فان مستوى بروجستيرون الدم سيهبط وستتحطم بطانة الرحم ويحصل نزف شبيه بدورة الحيض بعد حوالي اليومين ومن ثم يعاد اخذ البروجستيرون بعد فترة اسبوع ، اي في اليوم الخامس من الدورة التالية ان اعتراض مستوى البروجستيرون يسمح لهذا الجريان الحيضي وهو يؤكد ان المراة ليست بحامل وهو غير ضروري للاخصاب .

وحيثان البروجستيرون المركب له خاصيةمذكارة (Androgenic) قليلة (مما يسبب نمو الشعر على الوجه الخ) ، فانه تضاف كمية قليلة من الايستروجين المركب لابطال هذا التاثير وان هذين الهورمونين اللذين يعطيان سوية يظهر انهما يكبتان اساسا تحرير الهورمون المصفر بواسطة النخامية الامامية .

وفي طريقة منع الحمل المتعاقبة ، فانه يدام مستوى عال من الايستروجين عن طريق تناول ايستروجين مركب من اليوم الخامس حتى بعد اليوم الذي يجب ان تحصل فيه الاباضة (اي حتى اليوم السادس عشر) . ومن ثم يؤخذ البروجستيرون للايام الخمسة التالية من الدورة ، حيث يسحب بعدها مؤديا الى نزف حيضي بعد يومين وفي هـــذه الطريقة ، فانه يظهر ان المستوى العالي للايستروجين يكبت تحرير الهورمون منبه الجريب .

الهورمون الخصوي

TESTICULAR HORMONE

ان الخصيتين اللتين تقعان في الصفن (Scortum) تنتجان النطفة

الذكرية . اضافة لذلك فهما تعملان كغدتين صماويتين تنتجان الهورمون الجنسي الذكري : التيستوستيرون او الشحمون الخصوي (Testosterone) .

ان هذا الهورمون يتكون بواسطة الخلايا البينية (Interstitial Cells) للخصية تحت سيطرة هورمون منبه الخلية البينية من النخامية الامامية . ومن المحتمل ان يكون مماثلا للهورمون المصفر .

يظهر التيستوستيرون في الدورة الدموية عند البلوغ، ويسبب تطور الخصائص الجنسية الذكرية الثانوية مثل نمو اللحية وضخامة الصوت ، والتوزيع الذكري للشعر والتنبيه العضلي والهيكلي الذي يشاهد في الذكر عند البلوغ .

ولا توجد دورة شهرية او اياس عند الرجل . وان تحرير الهورمون المنبه للخلية البينية والتيستوستيرون يستمران مدى الحياة على الرغم من ان المستوى قد يهبط في اواخر العمر .

ان تكوين النطفة بواسطة الخصيتين من المحتمل ان تكون تحت سيطرة الهورمون منبه الجريب من النخامية الامامية .

الاخصاب

CONCEPTION

عند الجماع فان قضيب الذكر يدخل في مهبل الانثى ونتيجة احتكاك القضيب مع جدار المهبل ، فان منعكسا عند الرجل يدفع بالنطف في المهبل .

تتحرر حوالي ٢٠٠ مليونا من النطف في ٣سم٣ من المنى (Semen) في كل دفق (Ejaculation) . ولهذه النطف ذيول متحركة ، وهي تسبح من خلال فتحة الرحم التجويف الرحمي وعلى طول الانابيب الرحمية . وعلى الرغم من هذا العدد الهائل من النطف المتحررة ، فان نطفة واحدة فقط تخصب البيضة .

ان الدفق هو منعكس شوكي يشترك فيه معا الجهاز العصبي المستقل والجهاز العصبي الارادي . فالجهاز العصبي اللاودي العجزي يحدث انتصاب القضيب كنتيجة للاستثارة الجنسية . فاذا ما اتلف هذا المسلك اللاودي (التدفق اللاودي والعجزي) فلن يكون هناك توسعا في شرينات القضيب ولا احتقان في النسيج الكهفي (Cavernous Tissue)

ولذا لن ينتصب القضيب .

ان تنبيه النهايات العصبية للقضيب والاعضاء التناسلية المجاورة تنبه انعكاسيا التدفق الودي القطني . وهذا ما يسبب تقلص العضل الاملس للبربخ (Epididymus) والاسهر (Vas Deferens) والحويصلات المنوية (Seminal Vesicles) والبروستات (Prostate) · ونتيجة لذلك يطلق السائل المنوي الى الاحليل (Urethra) · وتنغلق المصرة الداخلية للمثانة لكيلا يخرج البول .

ان التقلصات النسقية للعضلات المحيطة بالقضيب والتي يسيطر عليها بواسطة الجهاز العصبي الارادي (البدني) تسبب دفق السائل المنوي .

وبعد اجراء عملية قطع الودي القطني لجهتين ، فانه سوف لن يكون بالامكان الدفق ، على الرغم من امكانية حصول الانتصاب .

ان هذه المنعكسات الشوكية الاساسية في الرجل ، تتقوى بواسطة النبضات العصبية من المراكز العليا كاستجابة للاثارات الجنسية . كذلك قد تثبط هذه المنعكسات الشوكية بواسطة المراكز العليا في حالات القلق . . . الخ .

ان الزيادة العامة في الفعالية الودية (واللاودية) مع الاستثارة الجنسية والتي يصاحبها تحرير الهورمونات النورادرينالين والادرينالين من لب الكظر تؤدي الى زيادة في سرعة القلب ، والى زيادة في حجم الضربة ، والى زيادة في ضغط الدم (كما هو عند التمارين فانه يزداد شغل القلب وهذا مما يكون اجهادا على الجهاز القلبي الوعائي المريض مما يؤدي الى قصور القلب الاحتقاني) . وكذلك فانه ينبه التنفس وقد يحصل التعرق .

ويجب ان لا ننسى بان التنفس يحدث بتقلص العضل الهيكلي (المخطط) وان الجهاز العصبي الودي يسيطر على العضل الاملس والقلبي.

وتحدث زيادة مماثلة في فعالية القلب والتنفس عند الانثى استجابة للاستثارة الجنسية . ويزداد جريان الدم الى الاعضاء الجنسية الخارجية . وان افراز المخاط في المهبل والشفر (Labia) يسهل من دخول القضيب ، وعلى الرغم من ان الاستثارة الجنسية مرغوبة نفسيا في المراة ، الا انها ليست ضرورية للاخصاب .

ان احسن فرصة مناسبة لتخصيب البيضة بنطفة ذكرية هو عندما تمر على طول القناة الرحمية ، ولهذا السبب فان الجماع الذي يكون قريبا من وقت الاباضة من المحتمل جدا ان يؤدي الى الاخصاب .

تطور البيضة المخصبة

تبدا البيضة المخصبة بالتطور في الانبوب الرحمي وفي الوقت الذي تكون فيه قد وصلت الى التجويف الرحمي ، تدخل في مرحلة تعدد الخلية (Multi Cell Stage) · وهنا فانها تطمر نفسها في الجدار الرحمي وتتطور خلال التسعة شهور التالية الى طفل . واذا ما توقف مرورها في الانبوب الرحمي لاي سبب كان فان الكتلة الخلوية ستمزق اخيرا الانبوب الرحمي (تمزق هاجر Ruptured Ectopic) · وفي بعض الحالات الشاذة فان الكتلة الخلوية ستتطور الى طفل داخل التجويف البطني .

وعليه فأن الطفل يبدا كخلية منفردة تتكون من دخول نطفة الى البيضة . وينفصل الذيل بينما يلتحم الراس مع نواة البيضة . وتحتوي هذه الخلية المنفردة آنئذ على جميع المعلومات الموروثة والتي تعين خصائص الطفل من لون العينين ولون الشعر الى اي خطأ ايضي ولادي محتمل كبيلة الفينيل كيتون او زيادة سكرية سكر الحليب (Galactosaemia) او هيموكلوبين شاذ مثل فقر الدم المنجلي

رموز الجينات (الورثات GENETIC CODE) للوراثة

ان المادة الوراثية للوراثة تقع اساسا ان لم تكن كليا في نواة الخلايا وهذه المعلومات تنتقل اثناء انقسام الخلية الى الخلايا الجديدة ، ولذا فانها تكون موجودة في جميع خلايا الجسم ان الجسيمات الصبغية (Chromosomes) في النواة تتكون من الـ (DNA) والذي يتكون من سلاسل طويلة من السكر الخماسي ديزوكسي ريبوز (Pentose Sugar Desoxyribose) وحمض الفوسفوريك بالتعاقب وان المعلومات الوراثية تحمل في تسلسل قواعد اربعة مختلفة تكون متصلة بجزيئات هذه السكريات . فلتركيب البروتين مثلا ، فان كل ثلاثة قواعد بالتسلسل تكون رمزا (او الرمز الثلاثي) والذي يعين اي من العشرين حمضا امينيا سيشترك في المرة التالية في البروتين المركب

ان حقيقة كون اربع قواعد فقط في الرمز الثلاثي تستطع اعطاء المعلومات للترتيب الصحيح لعشرين حمضا امينيا . بالامكان تمثيلها برزمة من ورق اللعب فاذا خلط احدهم الورق ورتبت واحدة واحدة بحيث يلاحظ تعاقب المجموعات في كل سلسلة من ثلاثة ورقات (قلوب ــ سباتي ــ الخ) فانه سيتبين بان هناك اكثر من ٢٠ تركيبا مختلفا (فعليا ٦٤) ويظهر انه من المحتمل ان يكون اكثر من رمز ثلاثي واحد لبعض الاحماض الامينية .

الجسيمات الصبغية (Chromosomes) :

تحتوي الخلية البشرية على ٤٦ جسيم صبغي وان اثنين من هذه هما جسيمان جنسيان (X) و (Y) في الرجل و (X) و (X) في المراة ويستلم الطفل اثنين وعشرين جسيما صبغيا عاديا وجسّيما صبغيا جنسيا واحدا من امه ولذا فان نصف صفات الطفل تكون من الام والنصف الاخر من الاب

ويجب الملاحظة بان نصف خصائص الابوين لا تورث . ولهذا السبب فأن الامراض الوراثية ليست من الضروري انتقالها للابناء

جنس الوليد (Sex of a baby)

ان جنس الوليد يعين بواسطة الاب فنطف الذكر هي من نوعين . فالنطف التي تولد الانثى تحمل الجسيمات الصبغية (X) بينما النطف التي تولد الذكر تحمل الجسيمات الصبغية (Y) . وتحتوي البيضة على الجسيم الصبغي (X) فقط فاذا ما خصبت نطفة ذات جسيم صبغي (X) بيضة فان الوليد سيحمل الجسيمات الصبغية (XX) وسيكون انثى

واذا ما خصبت نطفة ذات جسيم صبغي (Y) بيضة ، فان الوليد سيحمل الجسيمات الصبغية (XY)وسيكون ذكرا

وعلى الرغم من ان كلا نوعي النطف تنتج بكميات متساوية تقريبا ، فان النطفة التي تحمل الجسيم الصبغي الاصغر (Y) تكون اخف من النطفة التي تحمل الجسيم الصبغي الاكبر (X) وهذا ما قد يهيء الفرصةللنطفةالتي تحمل الجسيم الصبغي (Y) لان تصل الى البيضة اولا وهو السبب في حقيقة كون ان كل ١٠٦ ذكور يولدون يكون مقابل ١٠٠ بنت .

التصنيف النووي (Karyotyping) :

لا تكون الجسيمات الصبغية مرتبة عادة في نواة الخلية ويمكن مشاهدتها فقط تحت المجهر عند انقسام الخلية . وهذا ما يجعل صعوبة اكتشاف الجسيمات الصبغية الشاذة ولقد امكن دراسة الجسيمات الصبغية بعد اكتشاف ان مادة الكولجيسين (Colchicine) توقف تطور الخلية في المرحلة الانتقالية (Metaphase Stage) عندما تكون مرئية وحتى في هذه الحالة فانه نكون من الضروري انماء خلايا الجسم في مستنبت نسيجي (Tissue Culture) قبل الحصول على مستحضر مناسب ويوقف التطور بالكلولجيسين ويستعمل بعد ذلك محلول ملحي ناقص التقوى (Hypotonic) لجعل الجسيمات

الصبغية منتفخة ومنتشرة . ومن ثم يمكن بعد ذلك فرشها على شريحة زجاجية . وبعدها تؤخذ بصورة فوتوغرافية للجسيمات الصبغية ، ومن ثم تقطع الجسيمات الصبغية من الصورة الفوتوغرافية المكبرة . وبعد ذلك تجمع الجسيمات الصبغية ازواجا حسب الحجم الى ٢٢ زوجا (٤٤ جسيم صبغي) زائدا الجسيمين الصبغيين الجنسيين (ان المقياس الاساسي هو الطول النسبي للذراع القصيرة)-. ويمكن بعد ذلك اكتشاف اية جسيمات صبغية اضافية او شاذة ويطلق على هذه الحدثية اسم التصنيف النووي .

شذوذ الجسيمات الصبغية :

تكون بعض الحالات المرضية بسبب شذوذ نمط الجسيمات الصبغية للخلايا . وقد يكون السبب في ذلك قصور في البيضة او النطفة لحمل العدد الصحيح المضبوط من الجسيمات الصبغية (٢٢ جسيم صبغي زائدا جسيم جنسي واحد)

فالمغولية (Mongolism) او متلازمة داون (Down's Syndrome) تكون عادة بسبب انتقال جسيم صبغي اضافي الى الوليد حيث يكون له مجموع ٤٧ جسيما صبغياً . ويكون هذا الجسيم الصبغي الاضافي مضافا الى الزوج الحادي والعشرين . وبعض اشكال المغولية تكون بسبب شذوذ يعرف بتغيير الموضع (Translocation) . اذ يوجد العدد الصحيح من الجسيمات الصبغية ولكن الجسيم الصبغي رقم ٢١ يكون مرتبطا الى واحد من المجموعة الزوجية ١٣ـ١٥

وعلى الرغم من ان (XY) و (XX) هما الانماط الطبيعية للجسيمات الصبغية الجنسية في الذكر والانثى على الترتيب ، فانه توجد احيانا انماطا اخرى .

X (انثى ـ متلازمة ترنر (Female-Turner's Syndrome

(XXX) (انثى «مفرطة» (Super "Female"

XXY (ذكر ـ متلازمة كلينفلتر (Male-Klinefelter's Syndrome

(XYY) (ذكر) (Male

XXXXY (ذكر) (Male

YO (غير موافق للحياة) Not Compatible with life

وفي كثير من الحالات الشاذة فان الغدد (Gonads) تكون اثرية ويكون الشخص عقيما . وعلى كل فان (XXX) و (XYY) يكونان مخصبين .

الاجسام الصبغينية (Chromatin Bodies) :

ان الخلايا متعددة النواة في الانثى الطبيعية غالبا ما تظهر اجساما صبغينية بشكل عصا الطبل مرتبطة مع النواة المتعددة الفصوص . وتتكون هذه من جسيمات صبغية جنسية (XX) ·ويقال لمثل هذه الخلايا ايجابية الصبغ (Chromatin Positive) ·وهي تساعد في تعيين الجنس . ويمكن ان توجد الاجسام الصبغينية في الخلايا المخاطية المأخوذة من فم الانثى. وحديثا فقد استعملت الاصباغ الوامضة (Flourescent) لاظهار الجسيمات الصبغية (XX) في الشعر المقطوع على مسافة (١ سم من الجلد) .

الحمل المتعدد (Multiple Pregnancies) :

اذا ما باضت المرأة مرتين وخصبت كلاهما فانه سيتكون توأمين . ومثل هذين التوأمين يكونان غير متشابهين وقد يكونان مختلفي الجنس .

وقد تنتج التوائم نتيجة انقسام الخلايا من بيضة مفردة مخصبة الى مجموعتين . وفي هذه المرحلة الاولية ، فان كل مجموعة تستطع ان تتطور الى وليد . وتكون التوائم متماثلة . وستكون من نفس الجنس ويكون لها نفس الاساس الوراثي ، حيث ان التوأمين تكونا معا من نفس البيضة والنطفة . ونتيجة واحدة لهذه ، هو انه غرس الاعضاء ورقع الجلد يمكن اجراؤها فيما بعد بين التوأمين دون رفض . وتحدث التوائم في ١ من كل ٨٠ حملا . وتكون حوالي ثلثها متماثلة .

السخد والهورمونات السخدية

THE PLACENTA AND PLACENTAL HORMONES

ان البيضة المخصبة المتطورة او الجنين يكونان غشائين ، غشاء داخليا يطلق عليه السلي (Amnion) ، وغشاء خارجيا يطلق عليه المشيمة (Chorion) · ويفرز السلي السائل السلي (Amnionic Fluid) حيث يتطور فيه الجنين . ويتحرر هذا السائل في بداية الولادة (onset of labour) عند تمزق الاغشية .

في المراحل الاولى وبعد الغرس ، فان الجنين يكون مطمورا كليا في الجدار الرحمي . وفي هذه المرحلة فانه يستلم غذاءه عن طريق الزغابات المشيمية المحيطة بالجنين والتي هي في جدار الرحم . وعند تطور الجنين فانه يظهر في التجويف الرحمي وتكون منطقة تماس المشيمة مع جدار الرحم محدودة الى منطقة السخد .

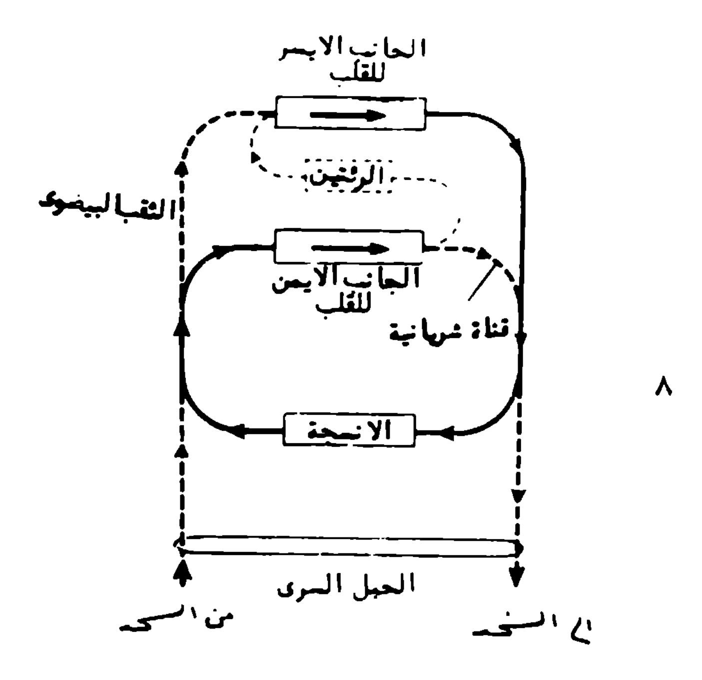
ان الحبل السري (Umbilical Cord) يربط الجنين الطافي

(او بالاصح المغمور) في السائل السلي الى السخد والذي يكون متصلا بشدة بجدار الرحم ويضخ الدم بواسطة قلب الجنين على طول الحبل السري الى السخد حيث يعطى هنا ثاني اوكسيد الكربون والفضلات الى التجاويف الدموية للام ويعود حاملا الاوكسجين والمواد الغذائية .

الدورة الدموية الجنينية

تختلف الدورة الدموية قبل الولادة عما بعدها (شكل ١٢٥) فجانبي القلب في الدورة الجنينية يكونان متوازيين ويشترك جانبا القلب في فعل الضخ وان كل جانب يضخ حوالي نصف الدم الى الانسجة والسخد ويكون هذا ممكنا بسبب وجود فتحة في القلب بين الاذين الايمن والايسر (الثقب البيضوي Foramen Ovale) · لذا فان الدم العائد الى القلب عن طريق التجويفين الاعلى والاسفل يذهب الى كلي جانبي القلب الايمن والايسر

وتكون الرئتان منكمشتين وغير مهواتين وتمر كميات قليلة جدا من الدم خلالهما وان الدم المضخ خارج البطين الايمن عن طريق القناة الشريانية (Ductus Arteriosus) الى الابهر وينظم الى الطريحة (Output) البطين الايسر



٨

شكل -١٢٥- الدوران قبل الولادة .

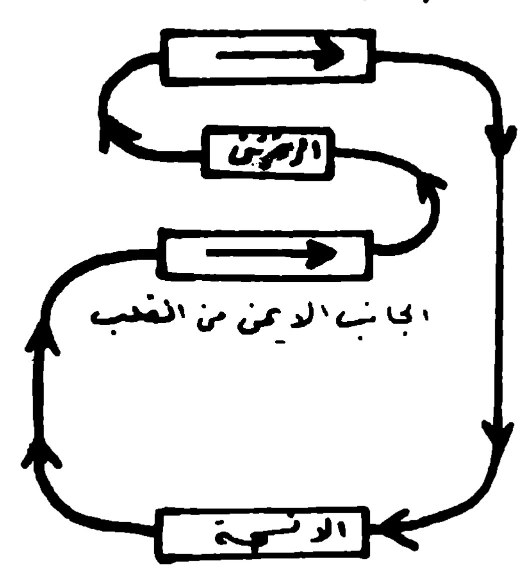
ويأخذ السخد مكان الرئتين . فيحمل الدم بالاوكسجين ويعود الدم المحمل بالاوكسجين الى الجنين بواسطة الوريد السري (Umbilical Vein) . وهو يتجنب الكبد عن طريق القناة الوريدية (Ductus Venosus) ويدخل الوريد الاجوف الاسفل حوالي ٨٠٪ من الدم المشبع بالاوكسجين وهذا الدم سيخفف على كل حال بدم غير مشبع بالاوكسجين والعائد من بقية اجزاء الجسم

ان هذا الترتيب (شكل ١٢٥) هو اقل كفاءة مما هو عليه بعد الولادة (شكل ١٢٦) وان توتر الاوكسجين في الدم الشرياني للجنين يكون واطئا نسبيا

ويعوض توتر الاوكسجين الواطيء هذا جزئيا بوجود الهيموكلوبين الجنيني (Foetal Haemoglobin) والذي له القدرة للتشبع بالاوكسجين في توتر اوكسجيني واطيء .

تغييرات الدورة الدموية عند الولادة :

تتغير الدورة الدموية عند الولادة كلية فلن يعود جانبي القلب مرتبين بشكل متواز (شكل ١٢٥) اذ يصبحا مرتبين بشكل متسلسل (شكل ١٢٦) . وان نفس الدم في هذه الحالة يمر اولا من خلال جانب واحد من القلب وبعدها من خلال الجانب الاخر ويتوقف الدوران السري



شكل ـ١٢٦ـ الدوران بعد الولادة (قارن مع شكل ١٢٥) .

وتبدا الرئتان انئذ بتحميل الدم بالاوكسجين

وينغلق الثقب البيضوي والقناة الوريدية بعد فترة قصيرة من الولادة . اما القناة الشريانية فانها تنغلق بعد ذلك بمدة وجيزة في الايام الاولى من الحياة ويجب الملاحظة بانه في الدورة الدموية الجنينية عندما تكون القناة الشريانية فاعلة (مفتوحة) فان ضغط الدم في الشريان الرئوي يكون عاليا كضغط الدم الابهرى ($\frac{١٢٠}{٨٠}$ ملم زئبق) ، ولكنه بعد انغلاق القناة الشريانية فان ضغط الشريان الرئوي يهبط الى ($\frac{٢٥}{٨}$ ملم زئبق) ويعود هذا الهبوط الى انخفاض المقاومة الوعائية الرئوية . واذا لم يحدث هذا الانخفاض يبقى فرط التوتر الرئوي (Pulmonary Hypertension) .

امراض القلب الخلقية (Congenital Heart Disease) :

يحدث احيانا ان تقصر القناة الشريانية على الانغلاق كلية مؤدية الى حالة قناة شريانية مفتوحة والتي يجب ربطها جراحيا وان عدم انغلاق الفتحة البيضوية التي قد يصاحبها عيب في الحاجز الاذيني (عيب الحاجز الاذيني (Atrial Septal Defect) تحتاج ايضا لاصلاحها جراحيا .

ان العيب الخلقي في الحاجز بين البطينين (عيب الحاجز البطيني (Ventricular Septal Defect) يكون اصعب في اصلاحه حيث انه يجب الحذر كي لا تتضرر حزمة هس (الحزمة الاذينية البطينية) والتي تمر في هذا الحاجز .

وفي رباعية فالو (Fallot's Tetralogy) فانه يكون هناك تجاوز للابهر (بحيث ينشأ الابهر من كلى البطينين الايمن والايسر) . ويوجد كذلك عيب في الحاجز البطيني ، وتضيق رئوي وضخامة البطين الايمن ولا يكون جانبا القلب على التسلسل تماما ، ولذا فان قسما من الدم سيتجاوز الرئتين في كل دورة دموية ونتيجة لذلك فان الدم الشرياني يكون مزيجا من دم اوكسجيني وغير اوكسجيني وقد يكون الوليد زراقي المظهر (وليد ازرق) وتصحح هذه العيوب جراحيا

السخد كغدة صماوية :

اضافة لكونه عضو تغذية للوليد ، فان السخد هو غدة صماوية تحرر البروجستيرون والايستروجين (الطموث) والهورمون محرض القند البشري . وعند تكون السخد ، فان الجسم الاصفر للحمل في المبيض لن

يكون ضروريا لادامة الحمل ولذا فقد يمكن اجراء عملية قطع المبيض (Ovariectomy) .

ان المستويات العالية للهورمون محرض القند المشيمي البشري في الدم تؤدي الى ابرازه في البول . وان وجوده في البول يستعمل كفحص للحمل . فاذا ما كانت الدورات الحيضية منتظمة ، وحصل الجماع حوالي وقت الاباضة فان انقطاع الطمث في الدورة التالية يؤكد على الاكثر وجود الحمل . ويكون عمر الجنين في ذلك الوقت ١٤ يوما . وان فحص الحمل يكون ذو اهمية عند عدم انتظام الحيض او انقطاعه .

ان فحص الحمل الذي يشيع استعماله هو فحص تثبيط التلازن (Agglutination Inhibition Test) ، فتضاف جزيئات سبق وعولجت بمحرض القند (مثل اللاتيكس Latex او حتى الخلايا الحمراء) الى البول مع مصل مضاد للتلازن . وفي الحالات الطبيعية فانه يحصل التلازن . ولكنه في حالة وجود الهورمون محرض القند المشيمي البشري في البول فانه يتفاعل مع المصل المضاد ويثبط تلازن الجزيئات . ولذا فان الحمل يؤكد عند عدم حصول التلازن .

التغييرات في الام عند الحمل

يزداد حجم الرحم عند الحمل زيادة هائلة وهو يصل اخيرا الى الرهابة (Xiphisternum) .

ويتطور الثديان وتصبح الحلمة ومنطقة اللموة (هالة الثدي) داكنة اللون . ويلاحظ التلون ايضا على الخط الابيض للبطن .

ويحبس الماء في وقت متأخر في الحمل ، ولذا فيجب وزن المراة الحامل بانتظام للتأكد من ان الماء المحبوس ليس كثيرا

اضافة لذلك فانه توجد مستويات عالية للايستروجين (الطموث) والبروجستيرون والهورمون محرض القند المشيمي البشري في الحمل وكذلك توجد زيادة في فعالية الدرقية وجنيب الدرقية وقشرة الكظر

ان غثيان الصباح (Morning Sickness) والتوقان الى الاطعمة غير الطبيعية امر شائع في الايام الاولى للحمل . ولا يعرف السبب في ذلك .

ولادة الطفل :

يولد الطفل بواسطة تقلصات الرحم المتكون من العضل الاملس ، وتزداد التقلصات الرحمية في ترددها حتى تحصل مرة في كل دقيقتين

تقريبا . وينبسط الرحم بعد كل تقلص ويتوسع عنق الرحم بواسطة الضغط من الجنين خلال المرحلة الاولى للولادة وعندما يتوسع عنق الرحم كليا ، فان الطفل يدفع من الرحم الى المهبل ، ويولد الطفل خلال هذه المرحلة الثانية للولادة ان انفصال وطرد السخد بعد نصف ساعة تقريبا تشكل المرحلة الثالثة للولادة ان التقلص القوي الدائم للرحم بعد هذه المرحلة يقلل النزف من المنطقة العارية التي خلفها انفصال السخد . واذا كان ضروريا فانه يزاد تقلص الرحم اكثر ، بواسطة حقنة في الوريد من الايركومترين (Ergometrine) . وان رضاعة الطفل من الثـدي سينبه تحرير الاوكسيتوسين (Oxytocin) من النخامية الخلفية وان فعله سيزيد من التقلصات الرحمية النسقية . وعلى الرغم من انه قد لا يكون هناك حليب عند الام بعد الولادة مباشرة ، فلقد تبين بـان السماح للوليد بالرضاع في هذا الوقت يقلل من حجم الرحم

ان بداية الولادة غير مفهومة تماما ويلعب الجهاز العصبي دورا ثانويا نسبيا ، حيث انه تمت ولادة اطفال من امهات كن مشلولات من الخصر الى الاسفل بسبب اذى شوكي . ان هبوط مستوى بروجيسترون الدم بسبب تغييرات في السخد والجسم الاصفر للحمل سوية مع تحرير الاوكسيتوسين من النخامية الخلفية قد تكون من المحتمل العوامـل الاساسية التي تحدث التقلصات الرحمية .

ويمكن احداث التقلصات الرحمية كذلك بتمزيق الغشائين وتحرير السائل السلي او بواسطة تسريب وريدي للاوكسيتوسين او بواسطـة البروستاكلاندين المقلص للرحم (PGE_2 or PGF_2 Alpha) .

الارضـاع

LACTATION

يكون الحليب البشري جاهزا لاطعام الوليد بعد عدة ايام من الولادة . وهو يكون بواسطة الفدد الثدية للام من مكونات دمها . فيحتوي الحليب على البروتين والدهن والكربوهيدرات والتي تسد حاجات الوليد للحرارة والطاقة ، وكذلك للنمو ولاصلاح الانسجة . ويستطيع الوليد أن يضاعف وزنه بحليب الام وحده على الرغم من ان الطريقة الحديثة تميل الى اضافة بعض المواد الغذائية في عمر مبكر

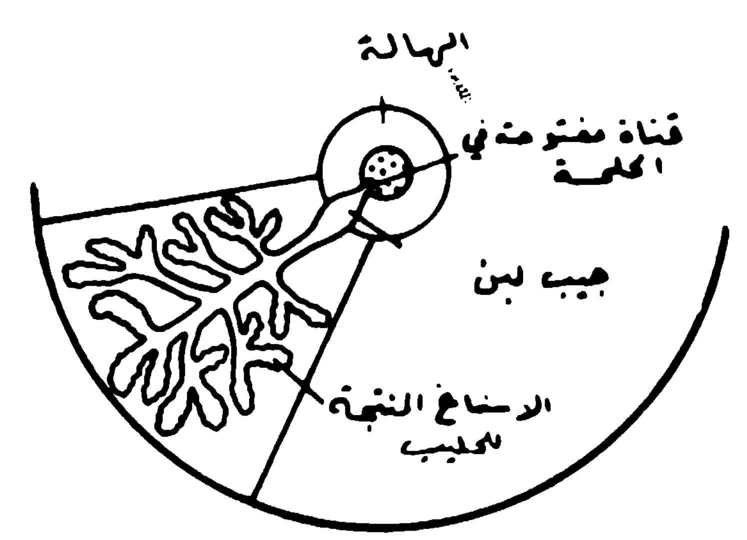
ويحتوي حليب البقرة على كمية من الكربوهيدرات اقل من حليب الام ويحتوي كذلك على كمية اكبر من بروتين الجبن (الكازاين) والذي يكون كتلة غير ذائبة نسبيا في معدة الوليد بعد تجنطه بخميرة المعـدة الببسين .

ان بروتين الحليب البشري يتكون من اللاكتالبومين (Lactalbumin) بصورة رئيسة ولجعل حليب البقرة معوضا مناسبا فانه يجب تخفيفه واضافة السكر اليه

تتكون الغدة الثدية البشرية من حوالي ١٥ جهازا مولدا للحليب مرتبة بصورة مشعة حول الحلمة (شكل ١٢٧) وينتج الحليب عميقا في الاسناخ المنتجة للحليب وهذه الاسناخ تؤدي عن طريق قنوات متفرّعة (مثل عنقود العنب) الى قناة حليب رئيسية والتي تنفتح في الحلمة . وعليه فتوجد خمسة عشر فتحة في الحلمة ، تؤدي كل واحدة منها الى اسناخها المنتجة للحليب

ولقناة الحليب الرئيسة توسع اسفل السطح يعرف بالجيب اللابن (Lactiferous Sinus) فالحليب الذي سبق وان تجمع في الجيب يكون جاهزا للوليد والذي يعبر عن الحليب بأخذ الحلمة والنسيج المجاور في فمه ومن ثم يبدأ عملية المص والعض . ولا يستطيع الوليد بهذا العمل من الحصول على الحليب من الاسناخ العميقة المنتجة له .

وعلى كل فان عملية الرضاعة تنبه المستلمات الحسية حول الحلمة ويحرر المنعكس العصبي عن طريق تحت المهاد الاوكسيتوسين من النخامية الخلفية . ويقلص الاوكسيتوسين الظهارة العضلية للاسناخ المجاورة ويدفع بالحليب اماما الى الحلمة وتطلق على الحدثية بقذف الحليب (Milk Ejection) .



شكل -١٢٧- ان الغدة الثدية البشرية تتكون من ١٥ جهازا منتجا للحليب ولكل واحد منها قناة تنفتح في الحلمة .

وبدون مستوى كاف من الاوكسيتوسين الدائر فانالثدىقد يصبح محتقنا بالحليب ولكن الوليد لا يستطيع اخذ ما يكفيه ويمكن التفريج عن مثل هذه الحالة باعطاء الاوكسيتوسين .

ومثل هذه الحالة تحث في مصنع الالبان فانه لن يكون بالامكان حلب البقرة اذا ما كان مستوى الاوكسيتوسين الدائر في الدم واطئا ولذا فان حقنة من الاوكسيتوسين تدر الحليب .

ان نمو الثدي يكون اثريا عند الرجل اما عند المراة فان الثديين يتطوران عند البلوغ بتأثير الهورمون الجنسي الانثوي الايستروجين (الطموث) والذي يتحرر بواسطة المبايض الى مجرى الدم في هذا الوقت ، وان كبر الثديين عند البلوغ اكثر ، يكون بسبب ترسب الشحم

وكما مر بنا سابقا فان البروجستيرون يظهر في الدورة الدموية خلال الاسبوعين الاخيرين من كل دورة حيضية ، وبسبب التأثير المشترك للايستروجين والبروجستيرون تبدأ الاسناخ والقنوات بالنمو وهذا ما يسبب زيادة طفيفة في حجم الثديين في نهاية الدورة الحيضية . وقد تظهر مثل هذه الزيادة عند استعمال البروجستيرون المركب كمانع للحمل .

ان المستويات العالية للايستروجين والبروجستيرون التي تدام خلال الحمل تسبب زيادة ملحوظة في نمو الاسناخ والقنوات حتى تصبح الغدد الثدية عضوا فعالا منتجا للحليب في نهاية الحمل .

وبعد ولادة الوليد فان اسناخ الحليب تنتبه لانتاج الحليب بواسطة الهورمون محرض الجسم الاصفر (البرولاكتين Prolactin) المنتج بواسطة النخامية الامامية

الطفل الحديث الولادة

يكون الوليد معتمدا كليا على الاخرين لكي يعيش . وهو يجهز بجهاز نداء كفوء (ومجبر) عندما يحتاج الى جلب الانتباه ونعني به البكاء .

يولد طفل الانسان قبل اكتمال تطور الجهاز العصبي ولذا فلا يستطيع الطفل عمل حركات متوافقة كاملة او حتى تغيير وضعيته الى اي مدى

ويكون مركز تنظيم درجة الحرارة ضعيف التطور ولذا يجب تنظيم الملابس لمنع البرودة الزائدة او الحرارة الزائدة للوليد .

١٩ ـ الاعصاب المستقلة

AUTONOMIC NERVES

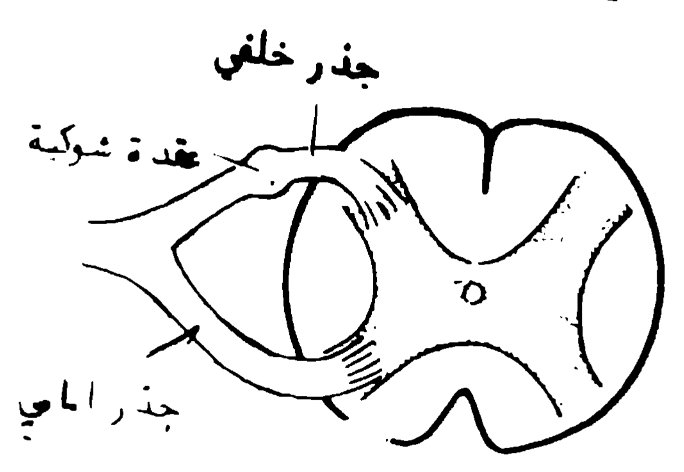
تشريح الجهاز العصبي

ANATOMY OF THE NERVOUS SYSTEM

شدفات الحبل الشوكي (Spinal Cord Segments) :

يتطور الحبل الشوكي في الانسان على اساس شدفي فالاعصاب الشوكية (التي تكون جزءا من الجهاز العصبي البدني) تخرج على جانبي كل شدفة من الحبل الشوكي ولكل عصب شوكي جذران على كل جانب حيث يخرجا من القناة الفقرية عن طريق الثقوب بين الفقرات وينقل جذر العصب الامامي الالياف الحركية بينما ينقل جذر العصب الخلفي الالياف الحسية (شكل ١٢٨)

ويتكون العمود الفقري من ٧ فقرات عنقيـــــة (Cervical) و١٢ فقرة صدرية (Thoracic)، وه فقرات قطنية (Lumbar) وه فقرات عجزية (Sacral) والتي تلتحم سوية لتـــكون العجــز (Sacrum) . ولكنه توجد هناك ٨ اعصاب عنقية ولـست ٧ (و١٢ عصبا صدريا وه اعصاب قطنية وه اعصاب عجزيه) وذلك لان العصب الذي يخرج من بين الجمجمة والفقرة العنقية الاولى (العقده Atlas)



شكل ـ١٢٨ـ قانون بيل ـ ماجندي . ان الاعصاب الحركية تخرج عن طريق جذر العصب البطني . وتدخل الاعصاب الحسية عن طريق جذر العصب الخلفي .

يسمى بالعصب العنقي الاول . بينما يسمى العصب الذي يخرج من بين الفقرة العنقية السابعة والفقرة الصدرية الاولى بالعصب العنقي الثامن .

وعليه فان ارقام الاعصاب في المنطقة العنقية تكون بالنسبة للفقرة التي تحتها ، بينما تكون في المناطق الصدرية والقطنية والعجزية بالنسبة للفقرة التي فوقها .

السائل المخي الشوكي (Cerbrospinal Fluid) :

يحاط النخاع الشوكي والدماغ بثلاثة أغشية تسمى الام الحنون (Pia Mater) والام العنكبوتية (Archnoid Mater) والام الجافية (Dura Mater) . والحيز تحت العنكبوتية (Subarchnoid Space) بين الحنون والعنكبوتية يكون مملوءا بسائل يسمى بالسائل المخي الشوكي. يتكون السائل المخي الشوكي (س.م.ش) بواسطة الضفائر المشيمية (Choroid Plexus) والتي هي لمات وعائية (Vascular Tufts) في تجاويف الدماغ ويدخل الى حيز تحت العنكبوتية المحيط بالدماغ والحبل الشوكي (عن طريق ثقوب لوشكا Foramen of Luschka وماجندي Magendie) وبتكوينه مغطسا مائيا فانه يحمي الجهاز العصبي المركزي من الاذى . ويمتص السائل المخي الشوكي بواسطة زغابات العنكبوتية . وهذه الحبيبات العنكبوتية هي امتدادات للحيز تحت العنكبوتية الى داخل الجيوب الوريدية

البزل القطني (Lumbar Puncture) :

ان الحبل الشوكي هو اقصر بكثير من القناة التي تحويه ، وهو نفسه يمتد فقط الى الفقرة القطنية الاولى والاعصاب الشوكية التي تخرج من الحبل الشوكي تسير تدريجيا بميلان اكبر نحو الاسفل والسفلى منها تسير بصورة عمودية الى الاسفل كذيل الحصان لتظهر من الفتحات الموافقة لها من الاسفل .

ويمتد الحيز تحت العنكبوتية الى الاسفل الى الشدفة العجزية الثانية . ويتم البزل القطني للحصول على نموذج من السائل الشوكي المخي للتحليل ، اسفل الفقرة القطنية الاولى واعلى الفقرة العجزية الثانية . وعادة يكون في الحيز بين الفقرة القطنية الثالثة والرابعة .

انواع العضل

TYPES OF MUSCLE

العضل المخطط (Striated Muscle) :

اضافة الى العضل القلبي ، فهناك نوعان اخران من العضل في

الجسم فالنوع الاول هو الذي يستخدم في الحركات الارادية يطلق عليه بالعضل المخطط وتستعمل مثل هذه العضلات في الحركات الهيكلية كالمشي والكلام والكتابة وتدخل العضلات التنفسية (بين الاضـــلاع والحجاب الحاجز) في هذه المجموعة

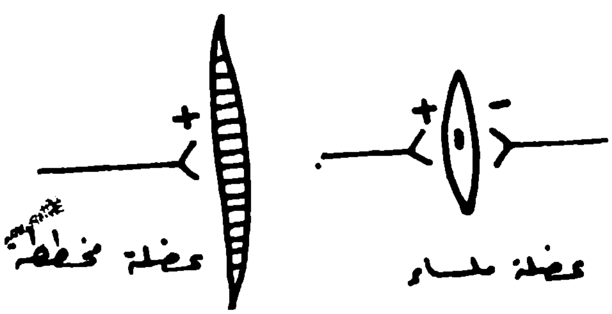
وهذه الخلايا العضلية (الالياف العضلية) تكون طويلة ورقيقة وتظهر تحت المجهر تخطط عرضي وتجهز كل ليفة عضلية بعصب حركي واحد (شكل ١٢٩ اليسار) وعندما تمر النبضات العصبية على طول هذه الاعصاب الحركية ، فان الالياف العضلية تقصر وتتقلص العضلة ، وعند عدم مرور اية نبضات عصبية على طول الاعصاب الحركية ، فان العضلة تنبسط وتسمى حالة الانبساط هذه بالارتخاء (Flaccidity)

واذا ما اعترض سبيل العصب الحركي الى العضلة اذى او مرض فان العضلة المجهزة به تصبح مشلولة في حالة انبساط ويطلق على هذه الحالة بالشلل الرخو (Flaccid Paralysis) .

ان جميع الاعصاب الحركية الى العضل المخطط هي جزء من الجهاز العصبي البدني (او الارادي) وهي اعصاب مستفزة او موجبة (+) .

العضل الاملس (Smooth Muscle) :

ويطلق على النوع الثاني من العضل الموجود في الجسم بالعضل الاملس واليافه العضلية تكون اقصر واسمك ، ولا تظهر اي تخطط عرضي تحت المجهر . وتسمى الالياف العضلية هذه ايضا بالالياف العضلية غير المخططة ويوجد مثل هذا النوع من العضل الغير الارادي في السبيل الهضمي والمسالك الهوائية والمثانة والرحم والاوعية الدموية وهو يسيطر على بؤبؤ العين .



شكل -١٢٩- للعضلة المخططة تجهيز عصبي استفزازي واحد . اما العضلات الملساء فانها في معظم اجزاء الجسم تكون معصبة بعصب مستفز واخر مثبط . يصل احدهما من الجهاز العصبي الودي والاخر من الجهاز العصبي اللاودي .

ويكون العضل الاملس في كثير من اجزاء الجسم في حالـــة تقلص جزئي وهناك اتجاهان يحصل بهما تغير في طوله فالالياف يمكن تقصيرها اكثر او جعلها تطول اكثر .

ولاجل احداث هذين التغيرين ، يوجد للعضل تجهيزان عصبيان . فالعصب الاول يكون مستفزا او موجبا (+) حيث يسبب تقلص العضل ، بينما يكون الاخر مثبطا او سالبا (ــ) حيث يسبب ارتخائه (شكل ١٢٨ اليمين) .

واذا ما كان العصبان فعالين على التعاقب ، فان تاثير اي واحد منهما يميل الى تعطيل تاثير الاخر . ولن يكون هناك اي تغير في درجة تقلص العضل الاملس اذا ما كانت فعالية كلا العصبين متساوية . ومن ناحية اخرى اذا ما زادت فعالية العصب المستفز على فعالية العصب المثبط فسوف يقصر ليف العضل الاملس . وعلى العكس اذا كانت فعالية العصب المثبط اكثر من فعالية العصب المستفز ، فان ليف العضل الاملس يطول عندئذ .

الجهاز العصبي المستقل

AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM

ان قسم الجهاز العصبي الذي يجهز العضل الاملس يطلق عليه بالجهاز العصبي المستقل (ج٠ع٠م) .

ويقسم الجهاز العصبي المستقل الى :ــ

١ ــ الجهاز العصبي الودي

٢ ــ الجهاز العصبي اللاودي

وعندما يكون لليف عضل املس تجهيزان عصبيان فان احدهما سياتي من الجهاز العصبي الودي بينما سياتي الاخر من الجهاز العصبي اللاودي . وكما سنرى فيما بعد فانه في بعض اجزاء الجسم يكون الودي هو العصب المستفز بينما يكون في الاجزاء الاخرى العصب المثبت واضافة لتجهيز العضل الاملس في الجسم ، فالجهاز العصبي المستقل يجهز كذلك :ــ

١ ــ القلب .

٢ ــ الغدد المفرزة كالغدد العرقية والغدد الهضمية .

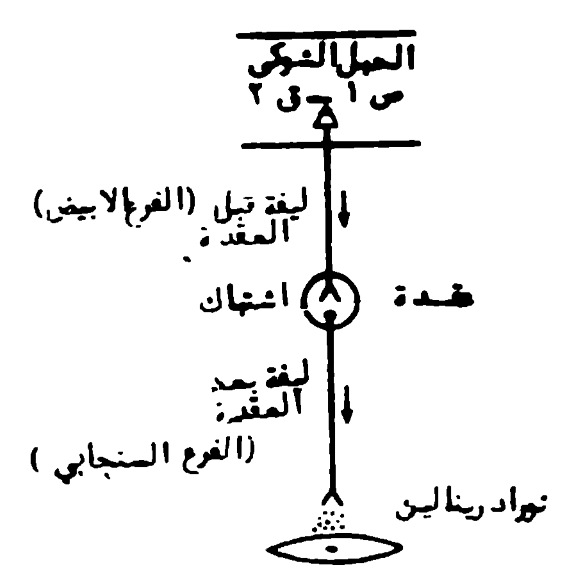
الجهاز العصبي الودي

SYMPATHETIC NERVOUS SYSTEM

الجهاز العصبي الودي هو جهاز ذو عصبتين ، اي ان ليف العصب (او العصبة) الذي يترك الحبل الشوكي لن يصل هو نفسه الى العضل الاملس . فالليف الاول للعصب يقف عند العقدة الودية . ويبدأ الليف الثاني للعصب من العقدة ويسير لمنطقة انتهائه (شكل ١٣٠)

ويسمى ليف العصب الذي يجري من الحبل الشوكي الى العقدة بالليف قبل العقدة (Preganglionic Fibre) ويكون مغمدا اي ان كل محوره عصب تكون مغطاة بغمد نخاعيني دهني (Myelin Sheath) وهذا الغمد الدهني الابيض يعطي المظهر الابيض لليف العصب ولذا فانه يعرف بالفرع الابيض (White Ramus) .

ويطلق على الليف الذي بعد العقدة (Postganglionic Fibre) ويكون هذا الليف غير مغمد . فليس له غمدا نخاعيني ابيض ، ويكون سنجابي اللون ولذا فانه يعرف بالفرع السنجابي (Grey Ramus) .



شكل –١٣٠– الجهاز العصبي الودي . وهذا جهاز ذو عصبتين مع اشتباك بين الليفة قبل العقدة والليفة بعد العقدة. والناقل الكيمياوي في النهاية بعد العقدة هو النورادرينالين وهذه هي اعصاب ادرينالية الفعل .

وفي العقدة فا ، ليف قبل العقدة يكون بتماس قريب من ليف بعد العقدة مكونين اشتباكا (Synapse) · وتنتقل النبضات العصبية في الليف قبل العقدة عبر هذا الاشتباك الى الليف بعد العقدة

التدفق الودي (Sympathetic Outflow) :

ينحصر التدفق الودي قبل العقدة بين الفقرة الصدرية الاولى والقطنية الثانية . وتكون اصل خلايا الالياف الودية قبل العقدة في القرون الجانبية للمادة السنجابية في هذه الشدفات وتترك الالياف الحبل الشوكي مع الاعصاب الحركية للعضل الارادي عن طريق جذور العصب الامامية (شكل ١٣١)

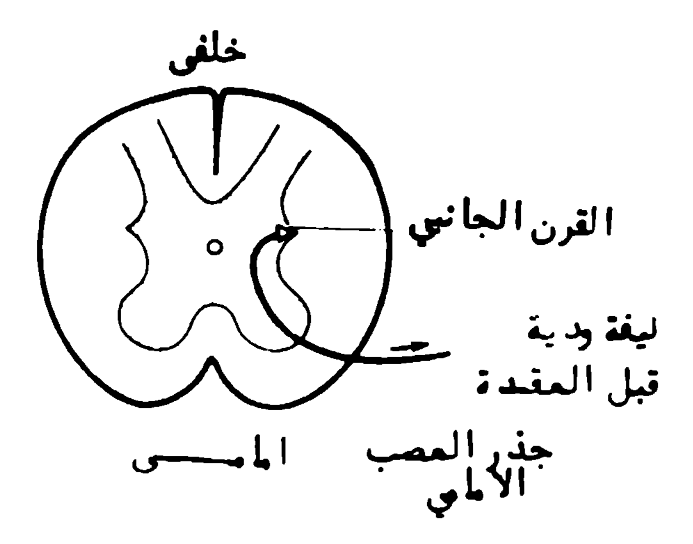
وتوجد الالياف الودية في جذور العصب الامامية للاعصاب الصدرية والقطنية العليا وعلى كل حال فان هذه الالياف قبل العقدة تجري الى الجذع الودي (Sympathetic Trunk) والذي يقع بعد عدة سنتمترات من على جانبي العمود الفقري (شكل ١٣٢)

ويمتد الجذع الودي عاليا الى العقدة العنقية العليا والتي تقع في الرقبة في مستوى زاوية الفك . ويقع الجذع الودي في ظهر الصدر وتجويف البطن وهو يمتد اسفلا الى الحوض .

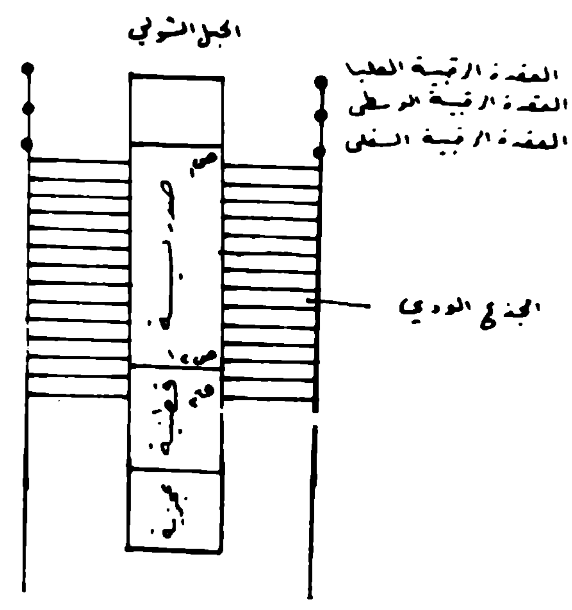
والالياف بعد العقدة تظهر من العقد المصاحبة للجذع الودي على طوله . وعادة ما تنظم مع الاعصاب الشوكية لتذهب الى غايتها . وعليه فان الالياف الودية بعد العقدة الى الساعد واليد تصل عن طريق ثلاثة اعصاب بدنية رئيسة للذراع (الوسطي والكعبري والزندي) وتشذ عن ذلك الالياف الودية بعد العقدة الى الراس والعين والدماغ حيث انها جري الى غايتها في الغلاف الخارجي للشرايين السباتية وفروعها

وتشذ عن ذلك ايضا الالياف الودية الى السبيل الهضمي حيث انها لا تخرج من الجذع الودي . وبدلا من ذلك فان الياف قبل العقدة تترك الجذع الودي كاعصاب حشوية (Splanchnic Nerves) وترحل في عقد خط الوسط (Mid-line Ganglia) امام الابهر البطني .

والعقد التي يشار اليها بالضفائر (Plexuses) توجد حول تفرعات الابهر البطني وتسمى تبعا لذلك الضفيرة الجوفية (Coeliac Plexus) ، والضفيرة المساريقية العليا (Superior Mesentric Plexus) او الشريان المساريقي العلوي (Superior Mesentric Artery) ، والضفيرة المساريقية السفلى



شكل ـ١٣١ـ ان منشا خلايا الالياف الودية قبل العقدة هو في القرون الجانبية للمادة السنجابية للحبل الشوكي .



شكل ـ١٣٢ـ التدفق الودي . ان التدفق الودي قبل العقدة محدد بين الشدفات الصدرية الاولى والقطنية الثانية (ص١ـق٢) للحبل الشوكي . وتبدأ الالياف بعد العقدة من الجذع الودي والذي يمتد على طول العمود الفقري .

(Inferior Mesentric Plexus) او (الشريـــان المساريقي السفلي) (Inferior Mesentric Artery) والضفـــيرة الخثليـــــة (Hypogastric Plexus) اوالشريانالخثلي (Hypogastric Artery) وتجري الالياف بعد العقدة من هذه العقد الى السبيل الهضمي في البطن

وظائف الجهاز العصبي الودي :

يكون الجهاز العصبي الودي فعالا في حالات الاستفزازات العاطفية والكرب اي في الحالات المصاحبة لما يسمى بتفاعل الكر والفر

ان ازدياد الفعالية الودية تسبب زيادة سرعة القلب وزيادة قـــوة تقلص البطينين ، وهذا يؤدي الى ازدياد ضغط الدم اضافة لذلك فانه يتوسع بؤبؤ العينين ويزداد قطر المسالك الهوائية ويحدث التعرق وان تقلص عضلات مقفهة الشعرة (Arrectores Pilorum) يـــؤدي بالشعر الى الوقوف وتكون البثرات الجلدية اضافة لذلك فانه تقل حركة السبيل الهضمي .

وفي مثل هذه الحالة فانه من المحتمل ان يحدث تنبيه التنفس بسبب ازدياد فعالية العضل التنفسي نتيجة لتاثير المراكز العليا على المركز التنفسي . ولكنه يجب ان نتذكر بان العضلات التنفسية هي عضل مخطط وهي لذلك ليست تحت سيطرة الجهاز العصبي المستقل (ان العضل في القصبات والقصيبات على كل حال هو عضـــل املس والذي ينبسط بواسطة الجهاز العصبي الودي ولذا فان توسع المسالك الهوائية يعود الى ما سبق)

الناقل الكيمياوي الودي :

عندما تصل النبضات العصبية نهاية ليف العصب بعد العقدة . فانها تسبب تحرر الناقل الكيمياوي النورادرينالين (شكل ١٣٠) وهـــذا الناقل الكيمياوي يوصل المسافة الصغيرة جدا بين نهاية العصب وليف العضل ويعمل هذا النورادرينالين على العضل الاملس فيـــسبب فيه تقلصا او انبساطا . ويعتمد ذلك على نهاية العصب ان كانت استفزازية او مثبطة (شكل ١٢٩ اليمين)

ويزال النورادرينالين بسرعة بعد تحرره (وبصورة رئيسة باعـادة اخذه من قبل العصب) مما يجعل العضل قادرا على الاستجابـــة الى النبضات العصبية التالية

ان غدد لب الكظر الصماء تحرر النورادرينالين ومشتقه المثيلي الادرينالين كهورمونات عندما تمر النبضات العصبية على طول الالياف

الودية قبل العقدة مؤدية الى الغدة (شكل ١٢١) وكيمياويا فـــان النورادرينالين والادرينالين هما امينان لمشتق البنزين (Benzene) كاتيكول (Catechol)، واذا لم يرغب الشخص في التفريق بينهما فانه يشار اليهما مجتمعة بكاتيكولات امينية (Catecholamines)

وعندما تتحرر الكاتيكولات الامينية من لب الكظر ، فانها ستصل عن طريق مجرى الدم الى النهاية العصبية الودية وستزيد من تأثير فعالية العصب الودي الموضعية . وعليه فانه لهـــا تأثـــير مقلــــد الودي (Sympatheticomimitic) اي انها تقلد الودي .

زيادة الفعالية الودية :

ان زيادة الفعالية الودية الموضعية للجهاز العصبي الودي ، تؤدي الى زيادة التضيق الوعائي والتي تعطل جريان الدم الى ذلك الجزء من الجسم . واذا ما زاد انتشارها فانه سيكون هناك تضيق وعائي عام والذي سيؤدي الى فرط التوتر . وازدياد الفعالية الى الغدد العرقية قد يؤدي الى التعرق الشديد ، لراحة اليدين مثلا .

ان اورام لب الكظر حيث تزداد فيها فعالية انتاج الكاتيكولات الامينية ، تقلد فرط الفعالية الودية والتي تصاحبها زيادة ملحوظة في ضغط الدم . ويطلق على مثل هـــذه الاورام بـــورم القـــوائم (Phaeochromocytomas)

ويمكن معالجة الشخص المصاب بزيادة فعالية الجهاز العصبي الودي جراحيا باعتراض المسالك الودية . وتسمى مثل هذه العملية بعملية قطع الودي (Sympathectomy) .

ان مركبات الحصر الودية (Ganglionic Blocking Agents) هي ادوية تحصر الانتقال عند الاشتباك في العقدة وبذلك تمنع الفعالية العصبية في الليف قبل العقدة من الانتقال الى الليف بعد العقـــدة والهيكساميثونيوم (Hexamethonium) هو مثال لاحد مركبات الحصر هذه . وهذه الادوية تعطى بديلا عن عملية قطع الودي . ومع الاسف فأن الجهاز العصبي اللاودي يحتوي على عقد ايضا . ومركبات الحصر العقدية هذه قد تحصر الجهاز العصبي اللاودي والذي تكون له اثار غير مرغوب فيها كعدم وضوح الرؤيا ونقص في حركة السبيل الهضمي

عوامل حصر الفا و بيتا (Alpha and Beta Blocking Agents) :

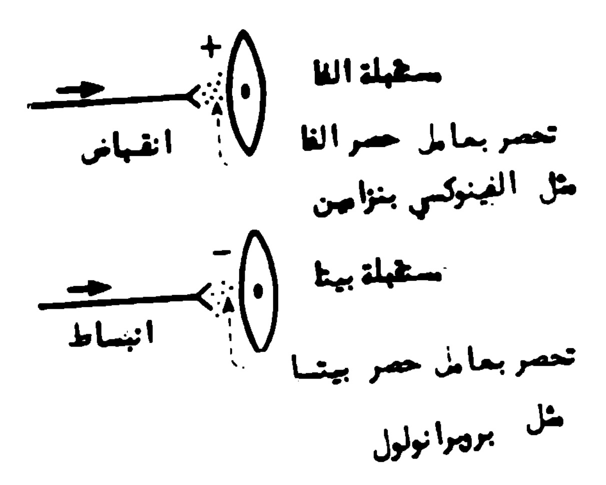
ان نفس المادة الكيمياوية نورادرينالين تتحرر من الاعصاب التي تسبب تقلص العضل الاملس والاعصاب التي تسبب انبساطه واختلاف

التأثير هو بسبب اختلاف نوع المستلم الموجود في الخلية العضلية (شكل ١٣٣)

فاذا استجاب المستلم الى النورادرينالين باحداث التقلص في الياف العضل ، يطلق عليه مستلم الفا ومن جهة اخـــرى اذا كان تأثير النورادرينالين على المستلم هو احداث انبساط العضل فيطلق عليه عندئذ مستلم بيتا

ان الادوية التي تمنع تأثير النورادرينالين على مستلمات الفا يطلق عليها عوامل حصر الفا(Alpha Bloching Agents)ومثال ذلك هو دواء الفينوكسي بنزامين (Phenoxybenzamine)

اما الادوية التي تمنع تأثير النورادرينالين على مستلمات بيتا يطلق عليها عوامل حصر بيتا (Beta Blocking Agents) وتشمل مثـل هذه الادوية البروبرانولـــول (Propranolol) والاوكسبرينولول (Oxprenolol) .



شكل -١٣٣- المستلمات الودية . يصاحب مستلمات الفا عـادة تقلص العضلة الملساء ، بينما يصاحب مستلمات بيتا انبساطها . ومن ناحية اخرى ، فان المستلمات الوديـــة في القلب (العضلة القلبية) تسلك سلوك مستلمات بيتا .

ان الالياف الودية الى القلب والتي تحدث زيادة في سرعته وزيادة في قوة تقلصه تؤثر على مستلمات بيتا وفي الحقيقة فان هذا الشيء غريب ولكنه يجب التذكر باننا نبحث في العضل القلبي وليس فيالعضل الاملس .

ان زيادة سرعة القلب المتسببة عن زيادة الفعالية الودية كما في الاستفزازات العاطفية يمكن منعه باعطاء الادوية مثل البروبرانولول والبروكتالول (Proctalol) والتي تسبب حصر هذه المستلمات .

مثبطات المونوامين اوكسيديز (Monoamine Oxidase Inhibitors)

ان الادوية مقلدة الودي ترجع كيمياويا الى الادرينالين والنورادينالين وهي تستعمل في ادوية السعال . والمواد التي لها فعل للودي توجد في بعض الاغذية . وهذه جميعا من المونوامينات . وتتحطم المونوامينات في الجسم بواسطة الخميرة مونوامين اوكسيديز فاذا ازيلت المونوامين اوكسيديز فان فعل تلك الادوية سيزداد .

ومتطلبات المونوامين اوكسيديز المستعملة في علاج الكآبة تقوى الامينات المقلدة للودي مثل الافدرين (Ephidrine) والامفيتامين (Amphetamine) والتيرامين (Tyramine) • والتيرامين يوجد في الجبن فأذا ما ثبط العامل المحطم فان الجبن سيسبب فرط التوتر والخفقان وقد يؤدي الى قصور القلب . ولهذا السبب فان المرضى الذين هم تحت علاج مثبطات المونوامين اوكسيديز يزودون بقائمة للاطعمة التي يجب عدم تناولها وتشمل القائمة الباقلاء والجبن ومستخلصات اللحم ومستخلصات الخمير واللبن والنبيذ الاحمر . وان سورات فرط التوتر في مثل هذا المريض الناتجة عن تناول الاطعمة الحاوية على المواد مقلدة الودي يمكن علاجها بأعطاء عامل حصر الفا

فرط الحساسية (Supersensitivity) :

اذا استنفذت الاعصاب الودية بعدة العقدة من النورادرينالين بدواء مثل البيثانيدين (Bethanidine) فان المستلمات تكون حساسة جدا الى النورادرينالين الدائر ومثل فرط الحساسية هذه للناقل (النورادينالين او الاسيتيل كولين) تحصل بعد ازالة التعصيب في العضل الاملس والعضل الهيكلي وبعض الغدد .

الجهاز العصبي اللاودي

PARASYMPATHETIC NERVOUS SYSTEM

للجهاز العصبي اللاودي تدفق قحفي عجزي (Craniosacral) اي ان الالياف تنشأ في الاعصاب القحفية ومن المنطقة العجزية للحبل الشوكي . والاعصاب القحفية التي تحتوي على الياف لا ودية هي الثالث والسابع والتاسع والعاشر . والعصب القحفي العاشر اوالمبهم هو العصب اللاودي الرئيس في التدفق القحفي ويكون التدفق العجزي من

الفقرات العجزية الثانية والثالثة والرابعة

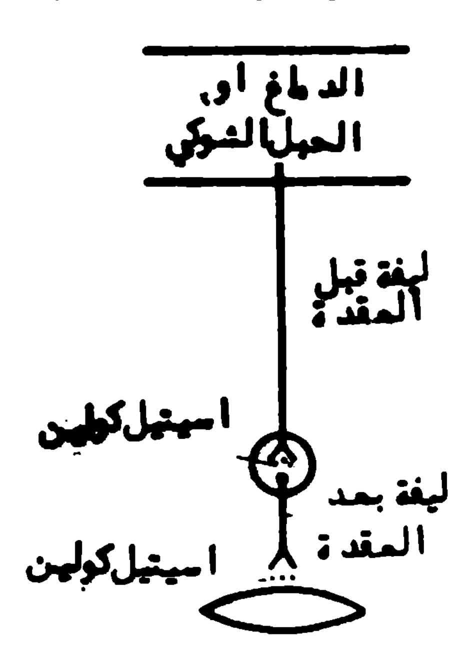
ان اللاودي كالودي جهاز ذو عصبتين ، ولكنه في اغلب الاحيان يكون الليف بعد العقدة قصيرا جدا ، وان العقدة وهذا الليف غالبا مايقعان في العضو المجهز نفسه

وعليه فان العصب المبهم الذي يجهز القلب بالياف لا ودية هو الجزء قبل العقدة من الجهاز ذو العصبتين فالعقدة والالياف بعد العقدة تقع في العضل القلبي

وعندما تصل عصبة الى غايتها (شكل ١٣٤) فانها تسبب تحرر الناقل الكيمياوي الاسيتيل كولين

وخلافا للب الكظر والجهاز العصبي الودي ، فانه ليس في الجسم عدة صماء تزيد من فعالية الجهاز العصبي اللاودي عن طريق تحرير الاسيتيل كولين كهورمون

ان الاسيتيل كولين المتحرر قد يحدث تقلصا او انبساطا في العضل.



شكل -١٣٤- الجهاز العصبي اللاودي . وهذا جهاز ذو عصبتين بتدفق قحفي عجزي قبل العقدة . والناقل الكيمياوي في النهاية بعد العقدة هو الاسيتيل كولين . وهذه اعصاب كولينية الفعل .

ولحد الان فان المستلمات اللاودية لم تصنف كالودنة على الرغم من ان الاسيتيل كولين قد يسبب احد هذين التأثيرين

ان كلا نوعي فعالية الاسيتيل كولين يمكن حصرها بالادوية الاتروبين (Atropine) ، والهيوسين (Hyoscine)(السكوبال امين (Scopalamine ·

وكالنورادرينالين فان الاسيتيل كولين يزال بسرعة بعد تحرره . وفي هذه الحالة بواسطة الخميرة الكولين ايستريز (Cholinesterase) ·

ان الدواء كارباكول (Carbachol) يقلد تأثير الجهاز العصبي اللاودي (مقلد اللاودي Parasympatheticomimitic) وهو غالبا ما يستعمل بدلا من الاسيتيل كولين لزيادة فعالية الجهاز العصبي اللاودي .

وظائف الجهاز العصبي اللاودي :

في اغلب اجزاء الجسم يكون تأثير الجهاز العصبي اللاودي هو عكس تأثير الجهاز العصبي الودي فهو يبطىء القلب ويخفض ضغط الدم ، ويضيق البؤبؤ ويضيق المسالك الهوائية. اضافة لذلك فانالجهاز العصبي اللاودي يسرع في هضم الطعام ويلعب دورا مهما في عمليتي التغوط والتبول فهو الالية المفرغة للجسم

وينبه الجهاز العصبي اللاودي انتاج اللعاب والعصارة المعدية والعصارة البنكرياسية ويزيد من حركة السبيل الهضمي ، وبنفس الوقت فهو يبسط المصرات (Sphincters)

ان الجهاز العصبي اللاودي هو جهاز اكثر تمييزا من الجهاز الودي، اي ان فعاليته في اي وقت كان قد تحدد لاعضاء معينة او لاجزاء في الجسم

التأثير الموحد للجهازين العصبيين الودي واللاودي

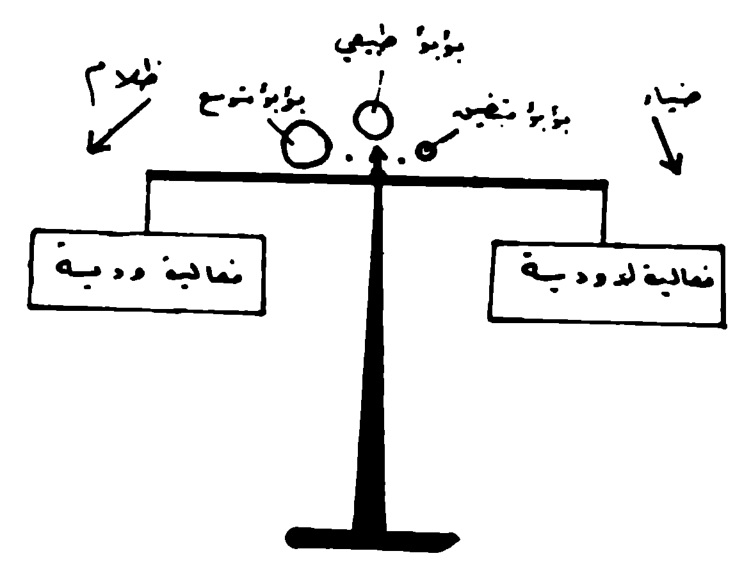
حيث ان العضل الاملس في الجسم له تجهيزان عصبيان ولذا فهناك طريقان يمكن معهما تحوير الفعالية فعليه يمكن جعل العضل يتقلص اكثر عن طريق زيادة فعالية العصب المستفز او بتثبيط تأثير العصب المثبط ويمكن تشبيه ذلك بفريقين متنافسين للسحب لهما نفس التجهيز وان لاي واحد منهما التغلب اذا ما زاد من قوة سحبه او لم يسحب الاخر بقوة

سعة البؤبؤ (Size of Pupils) :

ان سعة بؤبؤ العين تعتمد على التوازن بين فعالية الجهاز العصبي الودي والتي تميل الى توسيع البؤبؤ ، وبين فعاليــة الجهــاز العصبي اللاودي التي تميل الى تضييق البؤبؤ حتى يكون بؤبؤا كراس الدبوس (شكل ١٣٥) . وفي الحالات الطبيعية ، فان كلا قسمي الجهاز العصبي المستقل يكون في حالة فعالة ويكون البؤبؤ بسعة وسط تعتمد على شدة الضوء .

واذا ما اريد سريريا توسيع البؤبؤ لاجراء فحص داخلي للعين ، فانه اما ان تزاد في تلك الحالة فعالية الجهاز العصبي الودي ، او ان تقلل فعالية الجهاز العصبي اللاودي . والطريقة الاخيرة هي المتبعة عادة. حيث تنقط في العين نقط الهوماتروبين (Homatropine) (مشتق ذو تاثير قصير للاتروبين) كي تقلل من الفعالية اللاودية . ويصبح الودي الان غير معاكس ويتوسع البؤبؤ

ويستحصل الاتروبين من النبات اتروبابيلادونا (Atropa Belladonna) (نبات ست الحسن) . ويعود ذلك الى الزمن الذي كان النساء فيه يوسعن من بؤبؤ اعينهن باعتبار ذلك نوعا من الزينة وذلك بوضع خلاصة هذا النبات في العين . وبدون ان يعلمن بانهن يشلن الاعصاب اللاودية المضيقة للبؤبؤ تاركات بذلك الاعصاب الودية الموسعة



شكل ـ١٣٥ـ سعة البؤبؤ . ان التوازن بين الفعالية الودية واللاودية هو الذي يعين السعة .

للبؤبؤ دون معاكسة . ويحدث توسع البؤبؤ في الظلام وفي الاستفزازات العاطفية بسبب زيادة الفعالية الودية .

شنج القصبات (Bronchospasm) :

تحتوي المسالك الهوائية على عضل املس . ولهذا العضل الاملس تجهيز عصبي ودي ولا ودي فيحدث الجهاز العصبي الودي توسع القصبات ، بينما يحدث الجهاز العصبي اللاودي تضيقها . وعندما يكون الجهازان فاعلين فان سعة القصبات تكون وسطا .

واذا حدث وانازدادت فعالية اللاودي، او اذا ما تضيقت القصبات وذلك من تحرر الهستامين بعد تفاعل مستضد الضد ، يحصل عندئذ تضيق القصبات . ويكون هذا الشنج القصبي في الربو .

وللتفريج عن هذه الحالة ، فانه من الضروري اما زيادة الفعالية الودية او خفض الفعالية اللاودية . وحقنةمن الادرينالين او النورادرينالين تسبب زيادة عامة في الفعالية الودية ، ولكنه لاحداث استجابة موضعية فقط ، فان هذه المواد قد تعطى عن طريق الاستنشاق . فالايزوبرينالين (Isoprenaline) هو مشتق من النورادرينالين والذي يكون فاعلا بصورة خاصة على مستلمات بيتا هذه (مسببة الانبساط) ويستعمل رذاذ الايزوبرينالين في علاج شنج القصبات . ويجب الحيطة من الاثار المؤذية من زيادة مقدار الرذاذ ، وذلك بسبب فعله المقلد للودي حيث ان زيادة تنبيه الجهاز العصبي الودي يؤثر على القلب وقد يؤدي الى الرجفان البطيني .

واضافة لذلك فانه قد يخفض اللاودي بواسطة الاتروبين او الادوية المماثلة ولكن لهذه تأثيرا عاما في خفض جميع الجهاز العصبي اللاودي .

واذاكان الشنج القصبي مظهرا ارجيا (كمافي حمى الكلأ Hay Fever) فان ادوية مضاد الهستامين والكورتيزول قد تستخدم لكبت تفاعل مستضد ـ الضد .

السبيل الهضمي :

يجهز المبهم (لاودي) السبيل الهضمي والغدد الهضمية من المرىء والمعدة والعفج والصائم واللفائفي والى الاعور والقولون الصاعد وجزءا من القولون المستعرض ، وبقية القولون المستعرض والقولون النازل والقولون السيني والمستقيم وقناة الشرج فانها تجهيز بلا ودي عجزي ويجهز اللاودي العجزي ايضا المثانة واعضاء التناسل الخارجية ويكون التجهيز الودي عن طريق الاعصاب الحشوية .

ويزيد الجهاز العصبي الودي من حركة السبيل الهضمي وينـ
انتاج العصارات المعدية . ويقلل الودي من ناحية اخرى من حركة السبيل الهضمي وعليه فان الفعالية اللاودية الكبيرة ستؤدي الى المرور السريع للطعام خلال الامعاء والذي قد يؤدي الى سوء امتصاصه والفعالية اللاودية القليلة جدا او الفعالية الودية الكبيرة جدا تؤدي على العكس الى ابطاء الحركة على طول السبيل الهضمي ومن المحتمل ان تؤدي الى حبج شللي (Paralytic Ileus) · وتعالج مثل هذه الحالة بزيادة الفعالية اللاودية باعطاء مشتقات الاسيتيل كولين مثل الكارباكول

العلاج التمهيدي قبل المخدر :

اذا ما كان المريض غير واع او مخدرا ، فانه لن يستطيع البلع ونتيجة لذلك فان اي لعاب متكون سيستنشق الى الرئتين ولمنع حدوث هذا اثناء التخدير ، فان التجهيز اللاودي الى الغدد اللعابية التي تسبب الالعاب ، تحصر باعطائه علاجا تمهيديا يحتوي على الاتروبين او الهيوسين ويستخدم الاتروبين في الاطفال وكبار السن ولكنه حيث انه يميل الى التأثير كمنبه عقلي ، فانه عادة ما يستبدل في البالغين بالهيوسين (سكوبال امين) ويميل الهيوسين الى كبت الدماغ مركزيا مؤديا الى النسيان .

ان هذه الادوية التي تحصر الجهاز العصبي اللاودي تخفض ايضا حركة السبيل الهضمي وتقلل من احتمال التقيء ويستعمل الهيوسين بجرع قليلة كدواء مضاد لدوار البحر ودوار السيارة ويشمل العلاج التمهيدي ايضا دواء مسدرا ــ مهدئا (Sedative-tranquillizing) ·

التغوط (Defaecation) :

يلعب الجهاز العصبي اللاودي العجزي دورا مهما في التغوط فهو يسبب تقلص المستقيم وانبساط مصرة الشرج الداخلية .

وبعد السنة الاولى او حواليها من الحياة ، فان المصرة الخارجية والتي هي تحت سيطرة الدماغ عن طريق الجهاز العصبي البدني ، يجب ان تنبسط ايضا قبل عملية التغوط . فاذا ما اتلف الدماغ او تضرر الحبل الشوكي ، فان المنعكس اللاودي الاساسي سيعاد تنظيمه بحيث يحدث التغوط عند امتلاء المستقيم بالغائط .

التبول (Micturation) :

تتكون المثانة من عضل املس تحت تأثير الجهاز العصبي الودي واللاودي . ويسبب اللاودي تقلص عضل المثانة وانبساط المصرة الداخلية

وحدوث التبول وتوجد مصرة خارجية تحت السيطرة الارادية والتي تتطور فعاليتها في السنة الاولى من الحياة ولذلك فانه كالتغوط يحدث البول فقط عند انبساط المصرة الخارجية . فاذا ما فقدت هذه السيطرة الارادية فان اللاودي عندئذ سيحدث التبول عند امتلاء المثانة .

ان الجهاز العصبي الودي يبسط عضل المثانة ويسمح بامتلاء المثانة . وهو ايضا يقلص المصرة الداخلية .

وعند مرور البول الى المثانة يزداد الضغط فيها ومن ثم بعد فترة ينبسط جدار المثانة ويهبط الضغط قليلا ويستمر هذا الازدياد التدريجي لضغط المثانة الى ان يكون الضغط كافيا كي يصل الى الشعور لتحصل الرغبة في التبول .

وفي المرضى الذين ليست لهم فعالية لاودية كافية ، فانه يمكن تسهيل التبول بواسطة حقن الكارباكول .

الغدد العرقية :

تعصب الغدد العرقية بالاعصاب الودية فقط ولا تتجه الياف لاودية الى الغدد العرقية وعلى كل حال فان الالياف الودية تحرر الاسيتيل كولين بدلا من النورادرينالين ويمكن حصر التعرق بواسطة الاتروبين

الاوعية الدموية :

تحتوي الاوعية الدموية في الجسم على عضل املس في غلافها الخارجي والذي يجهز بواسطة الجهاز العصبي الودي وهذه الفعالية العصبية الودية تؤثر في الجزء الاكبر على مستلمات الفا فتقلص بذلك الاوعية الدموية (انظر التضيق الوعائي) والاوعية الدموية في الغدد اللعابية واعضاء التناسل الخارجية لها فقط اعصاب لاودية موسعة للاوعية بالاضافة الى الاعصاب الودية المضيقة للاوعية .

ملخص لفعالية الجهاز العصبي المستقل :

يكون الجهاز العصبي الودي فعالا جدا في حالات الاستفزازات العاطفية وغالبا ما يشار اليه بجهاز الكر والفر وفعاليته تحت هذه الظروف تزاد بتحرر الكاتيكولات الامينية من لب الكظر وللاودي فعل معاكس وان ازدياد الفعالية اللاودية اثناء النوم تحدث مثل هذه التغيرات كابطاء القلب

ان الجهاز العصبي اللاودي هو الالية المفرغة للجسم وهو يستخدم في حركة الطعام على طول السبيل الهضمي . وهو يستخدم في التغوط وفي التبول .

جدول (٦)

العضو المجهز	الفعالية الودية	الفعالية اللاودية
بؤبؤ العين	توسع	تضيق
المسالك الهوائية والقصبات		تضيق
والقصيبات	توسع	افراز اللعاب وتوسع الاوعية
الغدد اللعابية	ـ	الدموية
القلب	تسريعه وزيادة قوة التقلص الاذيني	ابطاؤه
السبيل الهضمي	تقليل التحرك	زيادة التحرك
معصرات السبيل الهضمي	تضيق	انبساط
المستقيم	السماح بالامتلاء	افراغه ، انبساط المصرات الشرجية الداخلية
المثانة	السماح بالامتلاء	افراغها ، انبساط المصرات الداخلية
الاوعية الدموية	التضيق الوعائي	لا يوجد (ما عدا الغدد اللعابية واعضاء التناسل الخارجية ـ توسع)
الغدد العرقية	تعرق	لا يوجد

ان الفعالية اللاودية محددة بالجذع والجمجمة فلا توجد الياف لاودية في الذراعين والساقين

ان شلل الودي العنقي يؤدي من ناحية الى متلازمة هورنر (Horner's Syndrome) والتي هي تضيق البؤبؤ من جانب واحد وتدلي الجفن العلوي (Ptosis) والخوص (Enophthalmos) وانعدام التعرق .

٢٠ ـ الاعصاب الحركية والحسية

MOTOR AND SENSORY NERVES

الاعصاب الحركية (Motor Nerves) :

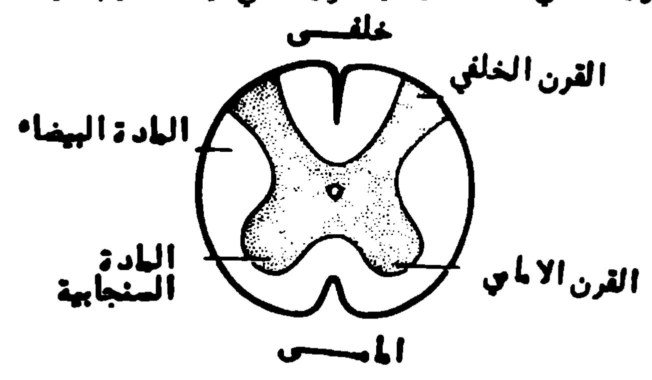
ان مقطعا عرضيا في الحبل الشوكي يظهر مركزا بشكل منطقة (H)- تكون سنجابية اللون محاطة بمنطقة خارجية بيضاء اللـون وللمادة السنجابية قرنان اماميان واخران خلفيان (شكل ١٣٦) وتتكون المادة السنجابية من الخلايا العصبية ، بينما تتكون المادة البيضاء المحيطة بهـا من الالياف العصبية .

توجد اصول الاعصاب الحركية في القرون الاماميـة للمـادة السنجابية والالياف العصبية التي تخرج من خلايا القرن الامامي ، تترك الحبل الشوكي عن طريق جذور العصب الامامي . وهذه الاعصاب الحركية والتي تسمى ايضا بالاعصاب الصادرة (Efferent) تجهـز العضلات المخططة (الارادية)

الوحدات الحركية

MOTOR UNITS

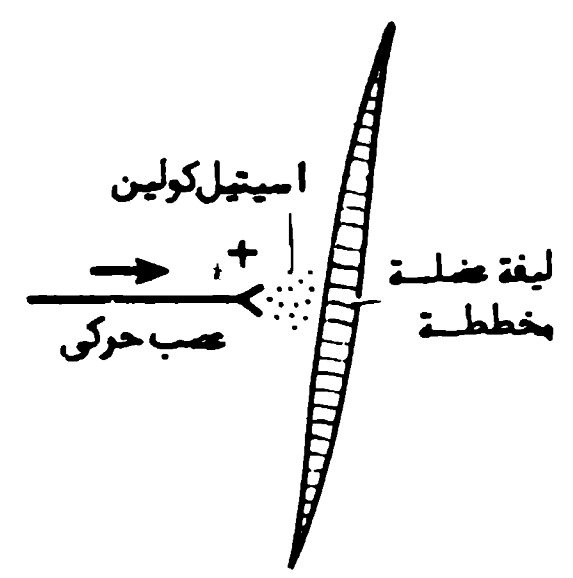
ليف العضل المخطط لا يتقلص الا عندما تمر النبضات العصبية على طول عصبه الحركي (شكل ١٣٧) وكل ليف عضلي يحتاج الى تجهيز عصبي لكي يتقلص . ولكنه اذا ما حسبت اعداد الالياف العصبية واعداد خلايا القرن الامامي وجدت بان هناك اعداد من الالياف العضلية اكثر من خلايا القرن الامامي . لذا فانخلية قرن اماميعليها تعصيب الياف عضلية



شكل ـ١٣٦ـ مقطع عرضي للحبل الشوكي . ان مقطعا في الحبل الشوكي يظهر منطقة مركزية للمادة السنجابية (الخلايا العصبية) محاطة بالمادة البيضاء (الالياف العصبية) .

كثيرة وفي عضلات الساق فان ۲۰۰ ليف عضلي قد يشترك مع خلية قرن امامي واحدة وفي العضلات الخارجية للعين حيث الحاجة الى قوة صغيرة كي تسير الكرة ، فان خمسة الياف عضلية تجهز بخلية قرن امامي واحدة

ان كل خلية قرن امامي تخرج محورة واحدة تترك عن طريق جذر



شكل -١٢٧- ليفة عضلة مخططة . ان العصب المستفز للعضلة المخططة يحرر الاسيتيل كولين في نهاية العصب .

العصب الامامي (شكل ١٣٨) وعندما تصل هذه المحورة الى العضل المجهز ، فانها تتفرع لتجهز مجموعة الالياف العضلية المخططة (شكل ١٣٩) ان هذه العصبة (Neurone) الحركية وجميع الالياف العضلية المجهزة بنفس خلية القرن الامامي تكون الوحدة الحركية .

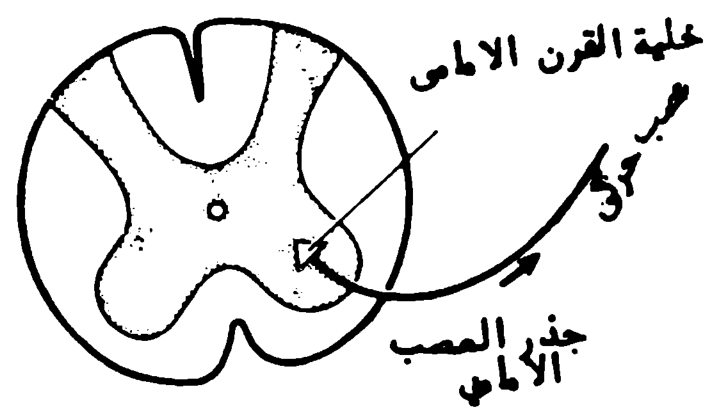
ان الوحدة الحركية تكون الاساس في الحركة الارادية وان كل عضل تشريحي يحتوي على عدة الاف من الوحدات الحركية ولكن الحركة تتم باعتبار الوحدات الحركية اكثر من العضلات التشريحية

عندما ترسل خلية القرن الامامي نبضة عصبية على طول العصب الحركي فانه يتقلص عندئذ كل ليف عضلي في الوحدة الحركية ولا تستجيب الالياف المفردة بنفسها ما دام العصب الحركي سليما

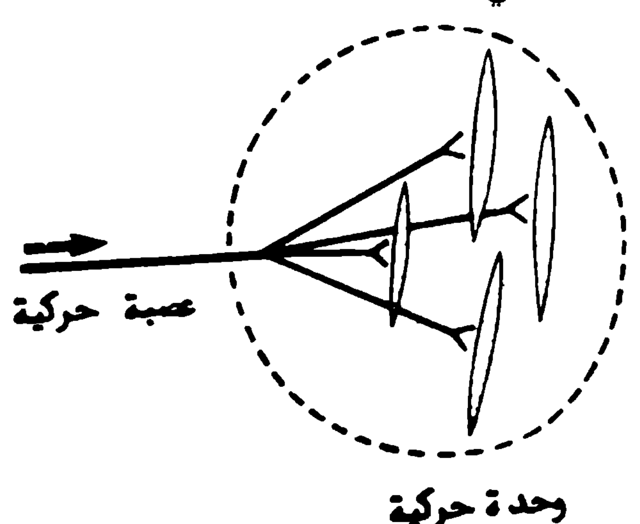
فاذا قطع العصب الحركي انشلت الوحدة الحركية ولا تلعب بعد ذلك دورا في الحركات الارادية . وفي مثل هذه الظروف فقط فان الالياف

المفردة قد تنتفض مؤدية الى حالة تسمى (Fasciculation)

وتتدرج الحركة الارادية حسب السرعة التي تطرحها خلايا القرن الامامي واذا كانت خلية قرن امامي صامتة (ترداد الطرح صفر) فان وحدتها الحركية تنبسط . واذا ما كانت جميع الوحدات الحركية لعضل



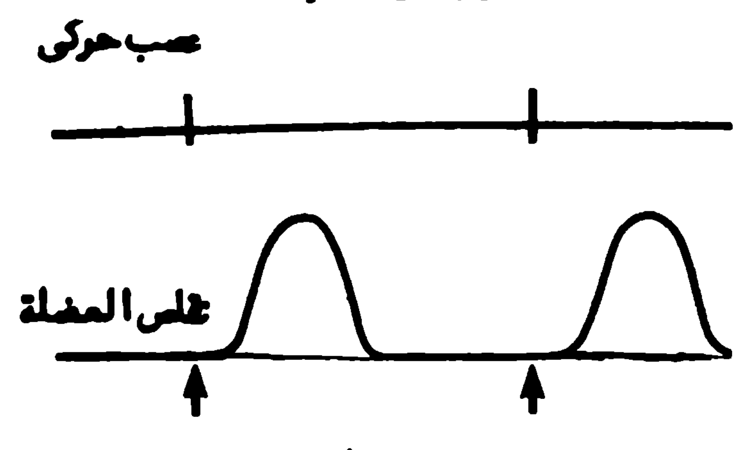
شكل ـ١٣٨ـ خلية القرن الامامي . يكون منشأ الاعصاب الحركية في خلايا القرن الامامي في المادة السنجابية للحبل الشوكي . وتخرج الاعصاب عن طريق جذور العصب البطني (الامامي) .



شكل ـ١٣٩ـ الوحدات الحركية . ان كل عصبة حركية تجهز عددا من الياف العضلة المخططة حيث تتقلص وتنبسط سوية . وهي تكون الوحدة الحركية .

تشريحي منبسطة فان العضل عندئذ يكون مرتخيا .

واذا كان طرح خلية القرن الامامي بطيئا جدا كنبضة واحدة في الثانية مثلا ، فان الوحدة الحركية ستنتفض مع كل نبضة عصبية (شكل ١٤٠) . ان الرسم العلوي يبين التغيرات الكهربائية في العصب (مخطط العصب الكهربائي) . وان الذروة (Spike) او وسع الفعل (Action Potential) يعود الى كل نبضة عصبية .



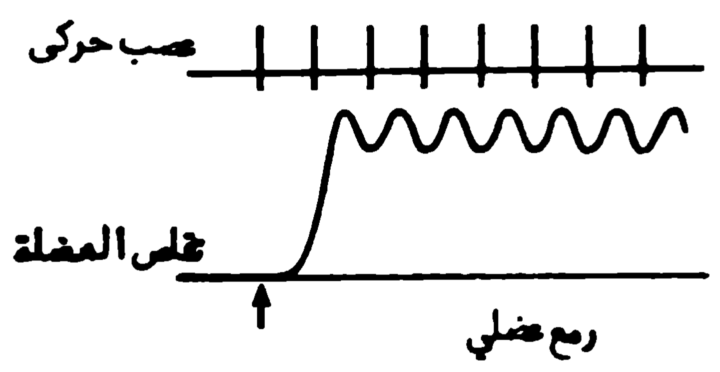
شكل ـ ١٤٠ ـ تستجيب العضلة لكل منبه عصبي (الرسم الاعلى) بتقلص واحد . ويطلق على هذا التقلص القصير بالنفضة .

ويبين الرسم الاسفل بانه بعد فترة قصيرة من وصول النبضة العصبية ، فان العضل يحدث تقلصا حادا قصيرا . وهذا التقلص يسمى بنفضة العضلة (Muscle Twitch) .

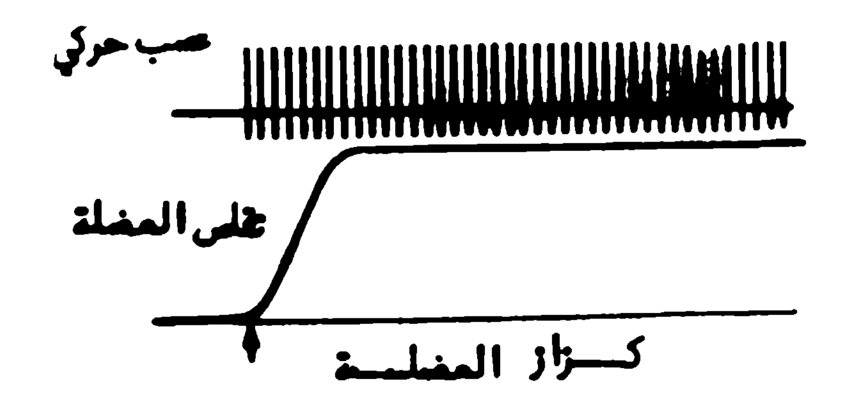
واذا ازداد تردداد طرح خلية القرن الامامي الى ٢٠ نبضة في الثانية ، فيحصل عندئذ تقلص مستمر اكثر للوحدة الحركية ، وهذا التقلص يظهر هزهزة او رعشة مركبة (شكل ١٤١) . ويطلق على هذه الحالة من التقلص المرتعش بالرمع (Clonus) .

وعندما يكون تردداد طرح خلية القرن الامامي قد ازداد الى اكثر من ٥٠ نبضة بالثانية ، فانه يحصل تقلص اقوى واثبت (شكل ١٤٢) . وهذه الحالة من التقلص المعزز تعرف بالكزاز (Tetanus) .

ان هذا السلوك للوحدة الحركية قد جاء من سلوك العضل التشريحي عند تنبيه عصبه الحركي كهربائيا ان التحضير المستخدم عادة لعرض هذه الاستجابات هو تحضير العصب الوركي (Sciatic Nerve)



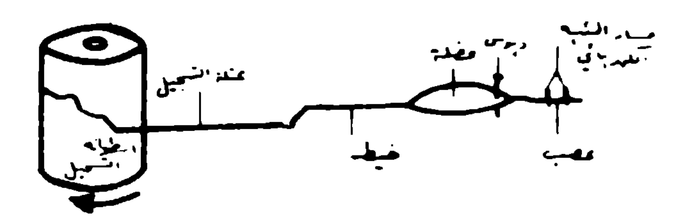
شكل -١٤١- عضلة تستجيب الى سلسلة من المنبهات العصبية بسرعة مكررة واطئة (١٠-٣٠ في الثانية) (الرسم الاعلى) بتقلص مرتعش يعرف بالرمع (الرسم الاسفل) ٠



شكل -١٤٢- عضلة تستجيب الى سلسلة من المنبهات العصبية بسرعة مكررة عالية (٥٠-٢٠٠ في الدقيقة) (الرسم الاعلى) بتقلص مستمر يعرف بالكزاز (الرسم الاسفل) ٠

العضل التؤامي للضفدع (شكل ١٤٣) . ولكنه قد يمكن عرض النفضات والرمع والكزاز في الانسان بتنبيه النطة الحركية لعضلة الاصبع الثانية السطحية في الساعد وتسجيل ثني اصبع البنصر

وفي تحضير العصب العضلي للضفدع ، فانه ينبه العصب الوركي كهربائيا ويسجل التقلص الناتج في العضلة التوامية الساقية ، اما بواسطة حركة عتلة مع مؤشر كتابة على اسطوانة دوارة (تسجيل متساوي التوتر)، او الكترونيا باستعمال معيار اجهاد (تسجيل متساوي الطول (Isometric) ٠



شكل ـ١٤٢ـ تحضير العضلة والعصب . وتستعمل لذلك العضلة التوءمية الساقية للضفدع . وينبه العصب كهربائيا . ويسجل التقلص العضلي على اسطوانة دوارة (مخطاط الحركة) .

واذا ما سمح لعضل بالقصر فان التقلص يسمى متساوي التوتر (Isotonic) واذا ما سمح له باظهار توتر دونما قصر . بجذبه ضد لولب قوي جدا فان التقلص يسمى متساوي الطول (Isometric) وان معظم الافعال الارادية هي خليط من هذين النوعين وان جذب جسم باتجاهك هو مثال على التقلص متساوي التوتر وجذب جسم لا يتحرك هو مثال على التقلص متساوي الطول

ويستخدم منبها كهربائيا ذو قوة كافية لاشراك جميع الوحدات الحركية . وكلما ازداد ترداد التنبيه ، فان التغيير يمكن عرضه من النفخة البسيطة الى الرمع ومن ثم اخيرا الى الكزاز .

تدرج التقلص العضلي :

باستعمال عضلة كالعضلة ذات الراسين فانه من الممكن عمل تقلص ضعيف او تقلص قوي وتعين القوة بعدد الوحدات المستخدمة في هذا العضل وكلما ازداد عدد الوحدات الحركية المشتركة في هذا العمل ، فانه تزداد قوة الحركة الارادية وان قوة التقلص لكل وحدة حركية نفسها تعتمد على سرعة النبضات العصبية المرسلة اليها اي سرعة طرح خلية القرن الامامي

ويمكن زيادة قوة تقلص الوحدة الحركية المفردة من الانبساط التام ان كانت خلية القرن الامامي صامتة ، الى سلسلة من النفضات ان كان طرح خلية القرن الامامي بسرعة واطئة من ١ـ٥ نبضات في الثانية . والى الرمع ان كانت سرعة الطرح من ١٠ـ٢٠ـ٣٠ نبضة في الثانية واخيرا الى الكزاز عندما تكون سرعة الطرح من ٥٠ـ٢٠٠ نبضة في الثانية

ان معظم سرعة الطرح خلايا القرن الامامي التي تستخدم في الحركات

الارادية هي ٢٠٠ نبضة في الثانية وهذه السرعة في الطرح تستخدم فقط عند عمل تقلص قوي جدا

الطرح غير المتزامن (Asynchronous) لخلايا القرن الامامي :

ان عضلا تشريحيا لا ينتفض عندما تكون سرعة الطرح الى الوحدة الحركية واطئة (بمعدل نبضة في الثانية) وذلك لعدم تزامن تفجير خلايا القرن الامامي وعليه فان تقلص الوحدات الحركية المجاورة يكون غير منظم فبينما تتقلص واحدة منها فان الوحدات الاخرى تنبسط وبانتفاض الاف من الوحدات الحركية في عضل تشريحي بغير تزامن ، فانه ينتج تقلص مستمر ثابت

لقد اعتاد الجنود عند عبور جسر ان يخالفوا من نظام وقع اقدامهم على الارض ، حيث انهم اذا ما ساروا بانتظام ، فان تذبذب الجسر قد يؤدي الى انهياره بينما في عدم انتظام مشيهم فانه يكون هناك ضغطا ثابتا على الجسر

واذا ما اصبح تفجير خلية القرن الامامي متزامنا في الانسان ، فانه ستحصل الرعشة (Tremor) · لذلك فان مريض الرعشة يكون عنده تفجير خلايا القرن الامامي المجهزة لمجموعة من العضل متزامنا .

ان جميع الوحدات الحركية في العضلات الارادية نادرا ، ما تستعمل قابليتها القصوى ان لم تكن ابدا . ويظهر ان حصر العصب يكون في القشرة الحركية للدماغ والتي لا تشرك كل خلايا القرن الامامي الممكنة بقابليتها القصوى ان القوة البشرية الخارقة في الحالات الطارئة تعطى فكرة عن القوة الحركية الكاملة المتوفرة وعليه فان هناك احتياطي كبير من القوة العضلية التي لا تستخدم عادة

ان المريض الذي سبق وان اصيب بالتهاب سنجابية النخاع (Poliomyelitis) يكون قد فقد عددا كبيرا من خلايا القرن الامامي كنتيجة لهذا الخمج الحموي وانه من الضروري تشجيع هؤلاء المرضى على الاستفادة الكاملة من الوحدات الحركية المتبقية .

ان احد اسباب وجود الزحام في سباق رياضي ، هو تشجيع المتنافسين لاستعمال العدد الاقصى من الوحدات الحركية كي يتمكنوا من اعطاء الاداء الافضل . وبعد الاداء الرياضي الطويل فان المتنافس قد يشكو من التعب . وحتى لو ان المتنافس سقط على الارض اعياء فان الاعصاب والعضلات تكون لا زالت قادرة على الاستجابة عند تنبيهها كهربائية والتعب يكون اساسا في الدماغ

الخلية العصبية

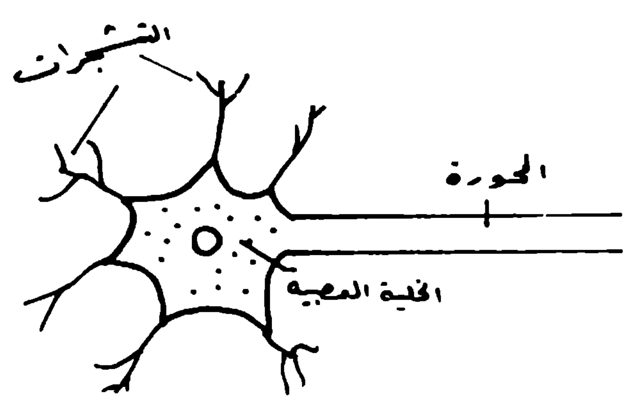
THE NERVE CELL

يصاحب توليد النبضة العصبية تغيرات في الخليـــة العصبية . وشكل (١٤٤) يبين خلية عصبية مع جسم الخلية والمحورة والتشجرات . والنتوء الطويل الذي يبدأ من الخلية العصبية الى الوحدة الحركية يطلق عليه بالمحورة (Axon) · والخلية العصبية ونتواتها تعرف بالعصبيـــة (Neurone) · وتسلك هذه الخلية العصبية ونتواتها سلوك بطاريـــة صغيرة وان النو.نية الساكنة داخل الخلية العصبية هي ـ ٧٠ ملي فولت (م. ف)

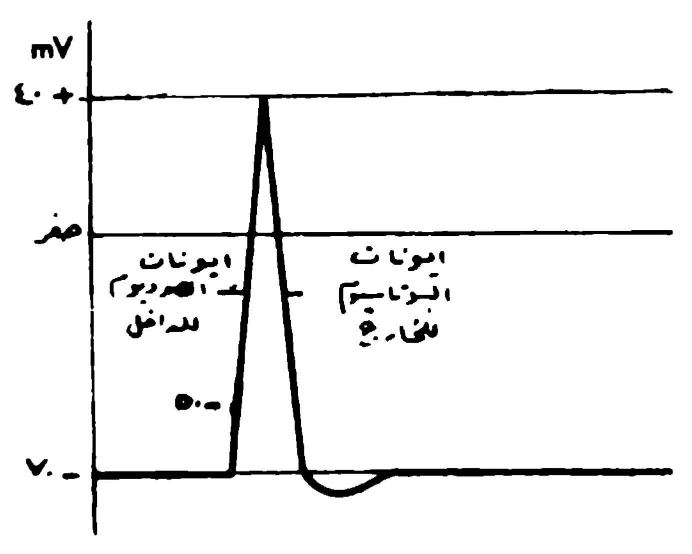
ان الملي فولت الواحد يساوي واحد بالالف من الفولت وهذه الفولطية يمكن تمثيلها على رسم بياني (شكل ١٤٥) ولكي تبان بان الفولطية سالبة ، فانها توضع اسفل الخط الاساس . ان اصطلاح الوسع (Potential) قد يستعمل كبديل للفولطية . ولذا فانه قد يمكننـــا القول بان وسع السكون (Resting Potential) للخلية العصبية هو ـ ٧٠م.ف .

ان داخل الخلية العصبية كما هو في بقية خلايا الجسم ، يحتوي على املاح البوتاسيوم . وتعطىهذه الاملاحايونات البوتاسيوم (K_+) ·

والخلية العصبية تكون محاطة بالسائل النسيجي . والملح الرئيس في هذا السائل النسيجي هو كلوريد الصوديوم والذي يعطي ايونات الصوديوم (Na_+) ·



شكل ـ١٤٤ـ عصبة . وهذه تتالف من خلية عصبية ونتواتها (المحورة والتشجر) . وحبيبات نسل في الخلية تكون مفقودة حول منشا المحورة .



شكل ــ١٤٥ــ ان فولطية السكون (الوسع) في خلية عصبية هي ناقص ٧٠ ملي فولت . وان عصبة مستفزة تشتبك مع هــــذه الخلية تميل لجعل هذه الفولطية اقل . وعندما تصل الفولطية مستوى حرجا هو ناقص ٥٠ ملي فولت ، تتغير نفوذية الغشاء فتندفع ايونات الصوديوم داخلا وتتولد نبضة عصبية . وتتغير فولطية الخلية بسرعة الى زائد ٤٠ ملي فولت ، وعندئذ تخرج ايونات البوتاسيوم وتعود فولطية الخلية الى ناقص ٧٠ ملي فولت مرة اخرى . وتستغرق جميع الحدثية واحد من الالف من الثانيـــة (= ١ ملي ثانية) .

وعليه فان هناك ايونات للبوتاسيوم داخل الخلية العصبية وايونات للصوديوم خارجها

وفي حالة السكون فان ايونات الصوديوم تمنع من دخول الخلية العصبية بواسطة مضخة الصوديوم (Sodium Pump) وهذا هو الاسم المعطى للحدثيات الايضية ؛ حيث ان اية كمية من الصوديوم تدخل الخلية تبرز راسا الى خارجها (شكل ١٤٦)

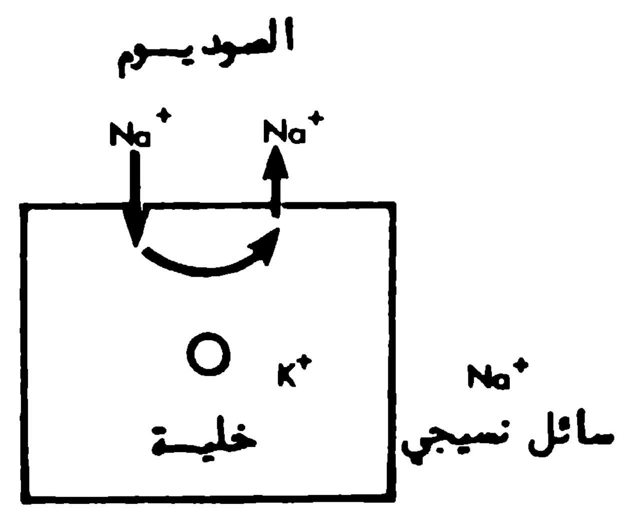
وشبيه ذلك هو الباب الدوار في فندق فان اي شخص غير مرغوب فيه يحاول الدخول من هذا الباب يكون من السهل طرده بدفعة صغيرة من البواب حيث ندفع للخارج بينما تدور الباب مرة اخرى

ان النبضة العصبية حدث عابر اذ انه لفترة قصيرة جدا من الوقت

بتغير غشاء الخلية لكي يسمح لايونات الصوديوم بالدخول . وعند دخول ايونات الصوديوم الى الخلية ، فانها تأخذ معها شحنات موجبة تغير بها الفولطية داخل الخلية من ـ ٧٠ ملي فولت الى + ٤٠ ملي فولت (شكل ١٤٥) . ويطلق على هذه الحدثية زوال الاستقطاب (Depolarization) . وبعد ذلك رأسا فان عددا مساويا من ايونات البوتاسيوم تترك الخلية معيدة الفولطية الى سابق مقدارها ـ ٧٠ ملي فولت .

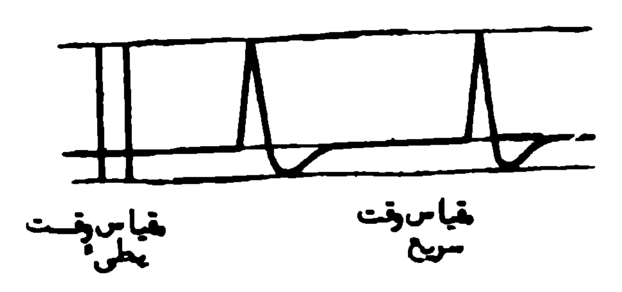
ان تغيير الفولطية من ـ ٧٠ فولت الى + ٤٠ ملي فولت هو تغيير ل ١١٠ ملي فولت او تقريبا $\frac{١}{١٠}$ من الفولت ويطلق على هذا التغيير الفجائي في الفولطية بوسع الفعل (Action Potential) .

وعلى مقياس وقت بطيء ، فان وسع الافعال تشبه سلسلة من الذروات (شكل ١٤٧ اليسار) . وعلى مقياس وقت اسرع ، فان طريقة تغييرات الفولطية يمكن مشاهدتها في شكل (١٤٧ اليمين) . ويطلق على تسجيل الفعالية المارة على طول العصب بالمخطط العصبي الكهربائي (Electroneurogram) . وان كل ذروة او وسع يعود الى نبضة عصبية .



شكل ـ١٤٦ـ تحفظ الخلايا خالية من ايونات الصوديوم بحدثيات ايضية تبثق ايونات الصوديوم يطلق عليها بمضخة الصوديوم .

ان التغير في حالة الغشاء تنتشر على طول العصب . واذا حدث



شكل ــ١٤٧ـــ وسع (ذروة) الفعل . تعرف تغيرات الفولطية المصاحبة لمرور النبضات العصبية على طول الاعصاب بوسع الفعل (او ذروة الفعل) . وتشاهد نبضتين عصبيتين على مقياس وقت مركز (اليسار) وعلىمطول (ايمن). وهذهالتسجيلات تسمى بالمخططات العصبية الكهربائية .

تغير في غشاء الخلية العصبية فانه يكون هناك تغيرا متزايدا في دخـــول الصوديوم وخروج البوتاسيوم على طول العصب .

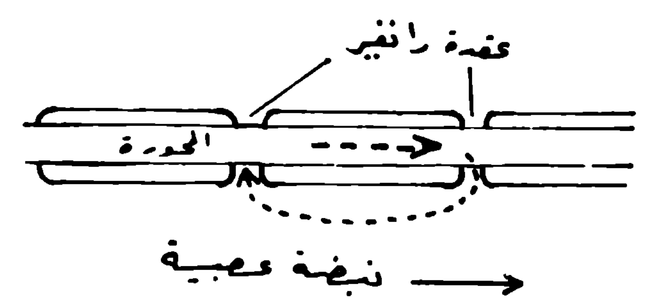
ان كل نبضة عصبية من الاعصاب الحركية والحسية يصاحبهـــا دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم . وفي كل نبضة عصبية فان كمية قليلة جدا من الصوديوم تدخل ، وتخرج كمية قليلة جدا من البوتاسيوم . وهذه الكمية قليلة بالنسبة الى مجموع المقدار الموجود من الصوديـــوم والبوتاسيوم . وخلال طور السكون ، فانه يحدث اخراج تدريجـــي للصوديوم الذي سبق وان دخل الى الخلية العصبية . وان لم يكن مثل ذلك ، فانه على مدى العمر ستدخل الى الخلية العصبية كميات كبيرة من الصوديوم بحيثتصبح الاعصاب غيرقادرةعلى توصيل النبضاتالعصبية.

تستمر النبضة العصبية حوالي ١ملي ثانية ، اي واحد بالالف من الثانية تحصل خلالها جميع حديثة دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم. وهذا يعطي حدا نظريا مقداره ١٠٠٠ نبضة في الثانية كحد اعلى لعـــدد النبضات التي يستطيع العصب توصيلها في الثانية . وفعليا كما راينا ، فان ٢٠٠ نبضة في الثانية هي السرعة القصوى لطرح خلايا القرن الامامي.

سرعة التوصيل (Conduction Velocity) :

تنتشر النبضات العصبية بسرعة عالية جدا في الالياف العصبية ذات الاقطار الواسعة . ان اوسع الالياف العصبية في الجسم والتي قطرها ٢٠ ميكرونا تكون سرعة توصيلها ١٢٠ مترا في الثانية . وهذه اعصاب مغمدة اي ان لها غلافا دهنيا نخاعيا وتسمى الثغرات الموجودة في الغمد والتي

تكون في كل مليمتر على طول العصب بعقد رانفير (Nodes of Ranvier) ·
ان النبضات العصبية المارة على طول مثل هذا العصب لا تمر بصورة مستمرة في المحورة ، بل تثب من عقدة الى اخرى (او للعقدة التي تلي الثانية (شكل ١٤٨) وعليه فان النبضة العصبية تقفز كالضفدع الى اسفل العصب . والكلمة اللاتينية لقفزة الضفـــدع هي (Saltare) او الوثب ومن هنا جاءت تسمية هذا التوصيل العصبي بالتوصيل الوثبي (Saltatory Conduction) ·



شكل ــ١٤٨ــ التوصيل الوثبي . ان النبضة العصبية المنتقلة خلال عصب مغمد تثب من عقدة الى عقـدة بـدلا من المرور باستمرار خلال المحورة . والسبب في ذلك هو ان تيارا كهربائيا موضعيا (السهم المنقط) يدور من النقطة التي وصلت اليها النبضة العصبية (ايسر عقدة رانفير) الى العقدة التالية حيث يعود في السائل خارج الخلية . وهذا التيار يغير من نفوذية الغشاء وبذا يولد نبضة عصبية في يمين عقدة رانفير .

ان بعض الالياف العصبية كتلك التي تنقل الالم يبلغ قطرها مايكرونا واحدا وهي غير مغمدة وان سرعة توصيلها هي عدة امتار في الثانية فقط .

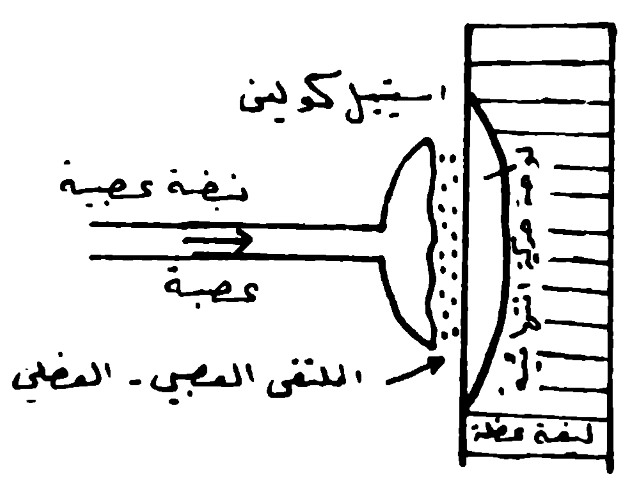
يبلغ طول جسم الانسان حوالي المترين ، والالياف العصبية التي تنقل النبضات العصبية بسرعة ١٢٠ مترا في الثانية ، ترسل نبضات من القدمين الى الدماغ في حوالي $\frac{١}{٦}$ من الثانية والنبضات العصبية المارة من خلال الاعصاب غير المغمدة ستحتاج من $\frac{١}{٢}$ الى ثانية واحدة .

ويمكن التأكد من وجود هذين النوعين المختلفين من الاعصاب وذلك بوضع ابهام القدم في ماء حار جدا فينسحب الابهام بسرعة باستعماله الاعصاب المغمدة وستمضي فترة من الوقت قبل الاحساس بالدرجة

القصوى للالم

الملتقى العضلي ـ العصبي (Neuromuscular Junction) :

يطلق على الملتقى الذي بين العصب الحركي وليف العضل المجهز بالملتقى العضلي العصبي وتوجد فجوة بين نهاية العصب واللوحة الحركية النهائية لليف العضل (شكل ١٤٩) وتوصل هذه الفجـــوة بتحرير كميات قليلة جدا من الاسيتيل كولين كلما وصلت نبضة عصبية . ويعبر الاسيتيل كولين هذه الفجوة ، حيث يؤخذ بواسطة المستلمات التي



شكل ـ١٤٩ـ الملتقى العصبي ـ العضلي . ان الفجوة الصغيرة التي بين العصب والعضلة توصل بتحرير الاسيتيل كولين . ويباد الاسيتيل كولين بعد فترة وجيزة من تحرره .

على اللوحة الحركية النهائية لليف العضل ويغير الاسيتيـــل كولين من نفوذية غشاء اللوحة الحركية النهائية كي يندفع الصوديوم داخلا مسببا تغيرا في الفولطية يطلق عليـــــه وســـــع اللوحـــــة النهائيـــــة (End-plate Potential) . وينتشر زوال الاستقطاب من اللوحـة الحركية النهائية الى جميع ليف العضل (وسع الفعل المنتشر) وتتحرر ايونات الكالسيوم ومن ثم يتقلص العضل .

وينتشر الاسيتيل كولين بعيدا ، ثم يتحلل بعد فترة قصيرة من تحرره بواسطة الخميرة كولين ايستريز (Cholinesterase) وهذا مـا يمكن النبضة العصبية التالية لان تكون فعالة .

ان مضادات الكولين ايستريز تعاكس فعل الكولين ايستريز لذا فأن الوهن العضلي الوبيل (Myasthenia Gravis) والذي يصاحبه

ضعف عضلي كبير هي حالة تصاحب اضطراب الملتقى العصبي العضلي .

المرخيات العضلية (Muscle Relaxants) :

ان الاسيتيل كولين المتحرر في الملتقى العضلي العصبي هو نفس المادة المتحررة في النهايات اللاودية ، ولكن المستلمات العضلية تكون مختلفة في الحالتين . فمستلمات الاسيتيل كولين في الجهاز العصبي اللاودي تحصر بواسطة الاتروبين والهيوسين . ومستلمات الاسيتيل في العضل المخطط لا تحصر بواسطة الاتروبين ، ولكنها تحصر بواسطة الادوية المرخية للعضلات . واول مرخ عضلي استخدم في الطب كان سم السهم الهندي الامريكي كوراري (Curare) . فقد استخدموا الكوراري لشل الحيوانات التي كانت تصطاد للطعام . وان مشتق الكوراري الذي يشيع استعماله كمرخ عضلي هو التوبوكورارين (Tubocurarine) . ولا يمنع الكوراري تحرير الاسيتيل كوليلن ، ولكنه يوقف فعله على اللوحة الحركية النهائية. ويعمل الفلاكسيديل (Flaxedil) بطريقة مماثلة .

ان الادوية مثل السوكسينيل كولين (Succinylcholine) تحصر ايضا الانتقال العصبي العضلي ، ولكنها تعمل ذلك بحفظ اللوحة الحركية الانتهائية بحالة استقطاب . ويتحلل السوكسينيل كولين ببطيء شديدبواسطةالخميرةبسيدوكولينايستيريز (Pseudocholinesterase)

وقبل معرفة الادوية المرخية للعضلات ، فان عمق التخدير في عملية بطنية كان من الضروري زيادته حتى ترتخي عضلات البطن . وفي بعض الحالات فان مستوى التخدير الضروري كان يقرب من الجرعة المميتة للمخدر . وباستعمال الادوية المرخية للعضلات ، فانه سيحتاج الى تخدير خفيف . ويتم الارتخاء العضليبواسطةحصر الملتقيات العصبية العضلية. واحد مضار استعمال الادوية المرخية العضلية هو احتمال توقف تنفس المريض بسبب شلل العضلات التنفسية . ولقد مر بنا بان التنفس يحدث بواسطة العضلات المخططة (الارادية) . وللذا فانه يتوجب استخدام التنفس الاصطناعي لفترة العملية ويستمر بها حتى تزول تاثيرات الدواء المرخي العضلي .

مخطط العضلة الكهربائي

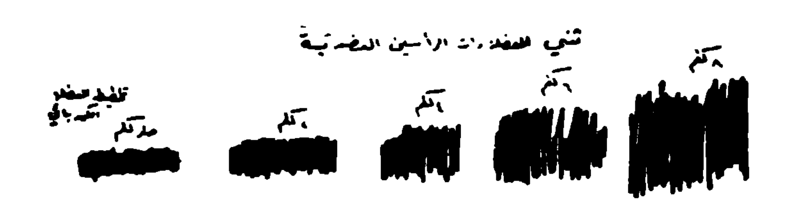
ELECTROMYOGRAM

ان الفعالية الكهربائية الناتجة عن مجموعة وحدات حركية قد تسجل بواسطة مسارات كهربائية سطحية توضع على الجلد جوار الكتلة العضلية . ولتسجيل الفعالية من الوحدات الحركية المفردة ، يستعمل

مسـار كهربائي ابري متحد المركز (بحجم ابرة تحت الجلد) يغرز في العضل .

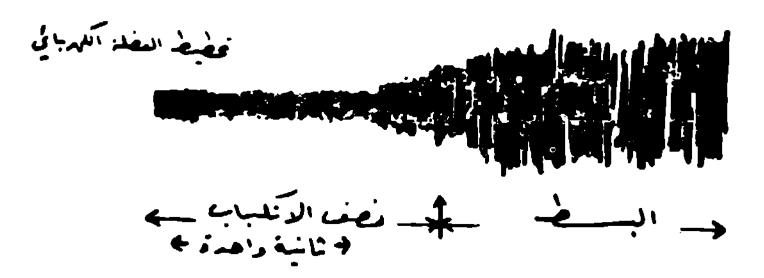
وحيث ان الفولطية المسجلة هي فقط $\frac{١}{١٠٫٠٠٠}$ من الفولت فانـه
يحتاج الى مكبر صمامي او ترانزستور قبل ان تكون الاشارة كبيرة قابلة للتسجيل بمسجل قلبي ، او تعرض على مرسمة التذبذب لاشعة المهبط .
والفعالية المسجلة هي الفعالية الكهربائية في العضلات عندماتكون في حالة زوال الاستقطاب . ويسمى التسجيل بمخطط العضلة الكهربائـي .
والفعالية الكهربائية في العصب الكهربائي . ولكل وسع فعل في العصب الحركي يوجد وسع فعل في الوحدة الحركية المجهزة .

ان شكل (١٥٠) يظهرمخطط العضلة الكهربائي للعضلة ذاتالراسين العضدية مسجلة باستعمال مسارات كهربائية مثبتة في اعلى الـذراع . ومثل هذه الصفة تسجل الفعالية في عدد من الوحدات الحركية قريبا من مسارات التسجيل الكهربائية . بينما يزداد التقلص الارادي لهذه العضلة كما هو مبين في التوترات صفر ، ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ كيلو غرامات المسجلـة على ميزان لولبي فانه تشترك وحدات حركية اكثر فاكثر (مع طرح متزايد لترداد اعلى لكل وحدة حركية وهذه الفعالية الكبيرة تظهر بشكل تحبير اكثر على الورق)



شكل -١٥٠- مخطط العضلة الكهربائي للعضلة ذات الراسين مسجلة باستعمال مسارات كهربائية سطحية . لقد استخدمت العضلة كثانية لمفصل المرفق ساحبة اياه باتجاه مضاد لميزان نابض . وبينما يزداد باستمرار التوتر المسجـل بالكيلوغرامات على الميزان النابض ، فانه تشترك وحدات اكثر واكثر من العضلة ذات الراسين مسببة زيادة مدى مخطط العضلة الكهربائي .

ان شكل (١٥١) يبين كيف ان تسجيل مخطط العضلة الكهربائي يمكن استعماله للتأكيد بان العضلة ذات الرأسين ليست هي ثانية فقط لمفصل المرفق بل انها ايضا باسطة للساعد ويظهر المخطط الفعالية في العضلة ذات الراسين عند مسك الساعد في وضع الانكباب وعلى السهم فان الساعد يكون منبسطا (الابهام للخارج) ضد مقاومة . لاحظ الزيادة في فعالية العضلة ذات الراسين . ولقد سميت العضلة ذات الراسين (بالعضلة نادلة النبيذ Wine-waiter's Muscle) حيث انها تستعمل لوضع فتاحة الفلينة داخلا ومن ثم سحب الفلينة خارجا (بشرط ان يكون الشخص يستعمل يده اليمنى)



شكل ـ١٥١ـ مخطط العضلة الكهربائي للعضلة ذات الراسين كباسطة للذراع مسجلة باستعمال مسارات كهربائية سطحية . وعلى السهم فان الساعد قد انبسط من وضع نصف الانكباب ضد مقاومة .
لاحظ زيادة فعالية العضلة ذات الراسين .

الاعصاب الحسية

SENSORY NERVES

الاعصاب الحسية او الواردة (Afferent) تأتي بالمعلومات الى الجهاز العصبي المركزي من المستلمات في الجلد والتراكيب العميقة

وهناك اربعة انواع مختلفة من اعصاب الجلد الحسية

ولهذه الاعصاب مستلمات في الجلد حساسة الى :ـ

١ ـ اللمس Touch

٢ ـ الالم Pain

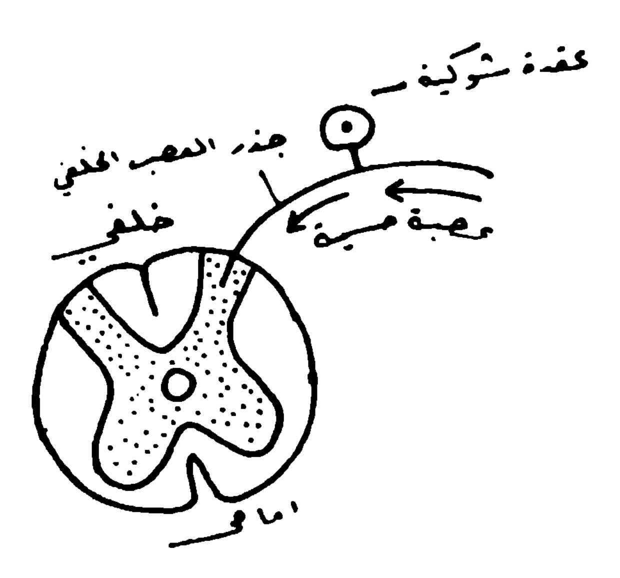
٣ ـ الحرارة Heat

٤ ـ البرودة Cold

وبالاضافة الى الاعصاب الناقلة للالم فان هنـــاك اعصابا من التراكيب العميقة تعطي المعلومات حول موضع المفاصل في الفضاء ودرجة تقلص العضلات . وتسمى هـــذه الاعصـــاب مستقبـــل الحس (Proprioceptor) · واعصاب مستقبل الحس التى تعطي المعلومات حول موضع المفاصل في الفضاء تنشأ من مستلمات في محفظات المفصل . وتستحصل المعلومات المتعلقة بدرجة تقلص العضلات من المغازل العضلية.

وتكون اصل خلية الاعصاب الحسية في العقد الشوكية والتي تقع خارج الحبل الشوكي في جذور العصب الخلفية (شكل ١٥٢) وكما يظهر من التسمية فان اصل الخلية هي الخلية التي يتطور منها العصب . واثناء التطور الجنيني فان كل الاعصاب تبدأ كخلايا عصبية وتنمو الياف الاعصاب من خلايا الاصل هذه وتحتفظ هذه الخلية باهميتها خـلال الحياة واذا ما ماتت هذه الخلية فان ليف العصب يموت بكامله

ويجب ان لا يختلط الامر بين العقدة الشوكية والعقدة الودية . اذ على خلاف العقدة الودية لا يوجد اشتباك او نقطة تقوية في العقـــدة الشوكية .

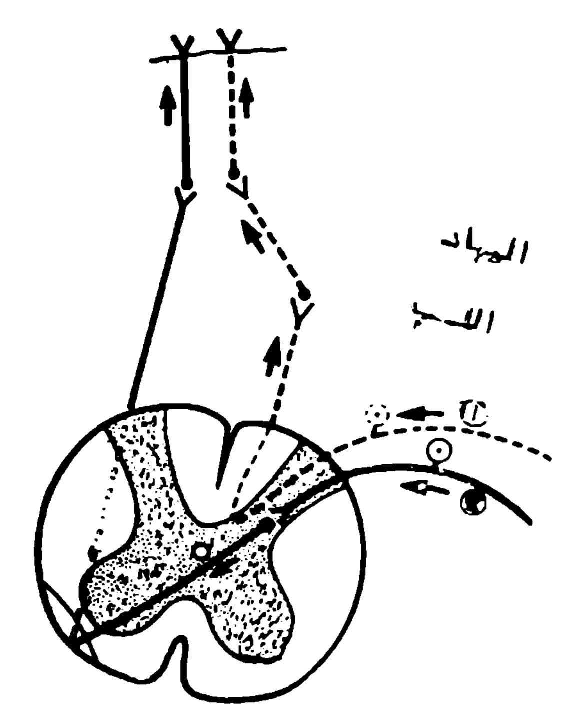


شكل ـ١٥٢ـ جذور الاعصاب الحسية . يكون منشا خلية الاعصاب الحسية في العقدة الشوكية (الجذر الخلفي) . وتدخل عن طريق جذور الاعصاب الخلفية

مسالك العصب الحسي (Sensory Nerve Pathways) :

تدخل الياف الاعصاب الناقلة لحس اللمس الحبل الشوكي عن طريق جذور العصب الخلفية (شكل ١٥٣) مسلك (١) . وتستمر صاعدة في العمود الخلفي للمادة البيضاء للحبل الشوكي الى اللب . ويشتبك هذا العصب في اللب مع عصب ثان حيث يتقاطع الى الجانب الاخر من الجسم ويصعد الى المهاد . وتنشأ عصبة ثالثة في المهاد تنقل المعلومات الحسية التي تقع على السطح الخارجي للدماغ

ولذلك فانه تشترك ثلاث عصبات في نقل المعلومات الحسية من مستلم اللمس في الجلد على جانب واحد من الجسم الى القشرة الحسية

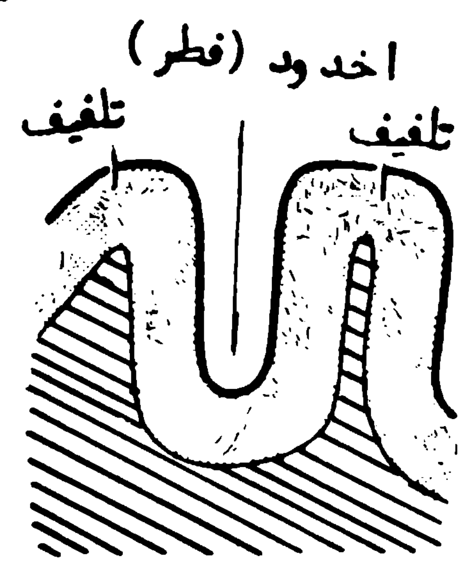


شكل -١٥٢- تسير الاعصاب الحسية بمسلكين الى المهاد والقشرة الحسية .
مسلك رقم (١) يؤخذ بواسطة اللمس اللطيف والاستقبال الحسي .
مسلك رقم (٢) يؤخذ بواسطة الالم والحرارة (وبعض الياف اللمس) .

على الجانب الاخر .

القشرة الحسية (Sensory Cortex) :

ان السطح الخارجي لقشرة الدماغ يكون ملفوفا ويظهر عددا كبيرا من الارتفاعات والانخفاضات (شكل ١٥٤) وكل ارتفاع يسمى بالتلفيف

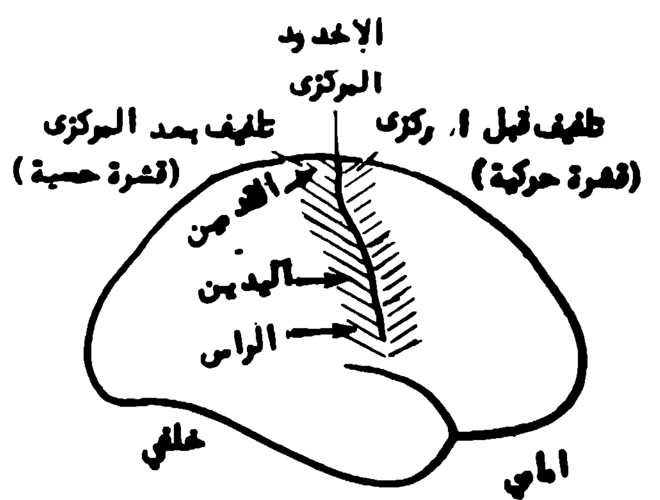


شكل ـ١٥٤ـ تلافيف السطح الخارجي للدماغ يظهر السطح الخارجي للدماغ ، اخاديد وتلافيف . وتقع المادة السنجابية للقشرة في هذه الطبقة الخارجية .

(Gyrus) بينما يسمى الانخفاض بالاخدود (Sulcus) · وفي اغلب الادمغة يوجد اخدود واضح جدا يفصل الامامي عن الفص الجداري (شكل ١٥٥) . وهذا الاخدود يسمى بالاخدود المركزي او شق رولاندو (Fissure of Rolando) · ويقع خلف هذا الاخدود المركزي مباشرة التلفيف بعد المركزي (Postcentral Gyrus) وهذا هو موضع القشرة الحسية .

ويتمثل جميع الجسم في القشرة الحسية بوضع مقلوب (شكل ١٥٥) . فمنطقة الرأس توجد على النهاية السفلى للتلفيف بينما القدمين على النهاية العليا . ويقع الذراعان والجذع بينهما .

ولذا فاذا ما لمس شخص منضدة باصبع سبابة يده اليمنى ، فان المعلومات تصل الى منطقة في القشرة الحسية تقع حوالي ٥ر٧ سم فوق



شكل ـ١٥٥ـ القشرة والحركية . ان هذه المناطق تقع على احد جانبي الاخدود المركزي (فطر رولاندو) ويمثل الجسم بشكل مقلوب في هذه المناطق .

الاذن اليسرى وان نفس هذا الطريق المأخوذ بواسطة اللمس يؤخذ بواسطة الاستقبال الحسي .

ويأخذ الالم والحرارة مسلكا مختلفا ليصل الى المهاد والقشرة الحسية للجانب الاخر من الجسم فتدخل اليــاف الالم والحرارة بواسطة جذر العصب الخلفي وتقف عنده بعد ذلك الالياف العصبية واصل خلايا الالياف تكون في العقد الشوكية كما هي في حالــة الياف اللمس ومستقبل الحس .

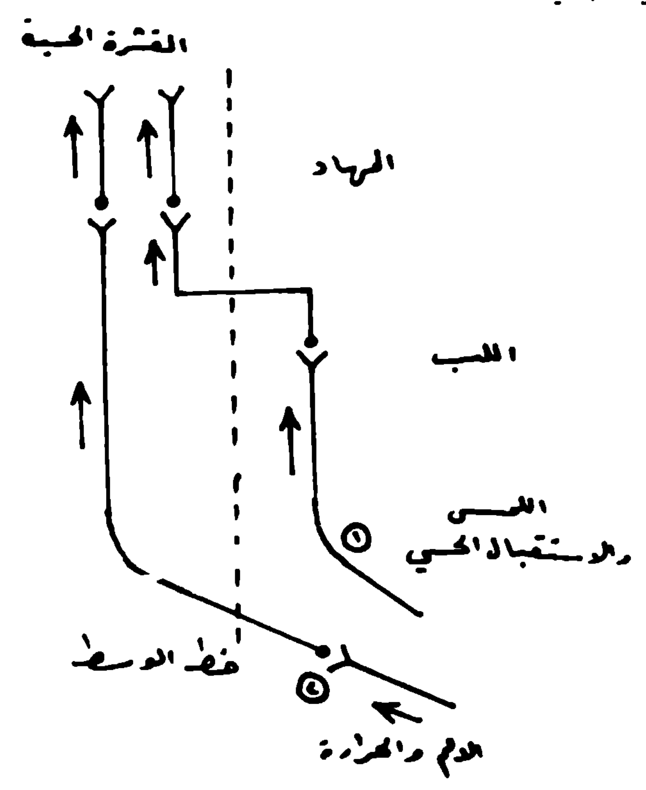
والعصبة الثانية التي تشتبك معها العصبة الاولى في الحبل الشوكي تتقاطع الى الجانب الاخر وتصعد الى الاعلى في الاعمدة الجانبية الامامية للمادة البيضاء على الجانب الاخر الى المهاد (شكل ١٥٣) مسلــك ٢) وحيث ان هذه الالياف العصبية سبق وان تقاطعت ، لذلك لا يوجـد تصالب في اللب وتنقل العصبة الثالثة المعلومات من المهاد الى القشرة الحسية .

وعليه فان هنالك مسلكين مختلفين الى المهاد والقشرة الحسية وتظهر هذه تخطيطيا في شكل ١٥٦

تسمية السبيل العصبي :

تسمى السبل العصبية بالنسبة الى الموقع الذي تبدأ منه والموقع

الذي تذهب اليه . لذا فان السبل الليفية الذاهبة من الحبل الشوكي الى المهاد يطلق عليها السبل الشوكية المهادية (Thalamocortical Tracts) والسبل الليفية الذاهبة من المهاد الى القشرة الحسية تسمى بالسبل القشرية المهادية .



شكل ـ١٥٦ـ المسلكان الحسيان الرئيسان موسومان بشكل تخطيطي .

ان السبل الشوكية المهادية التي تنقل الياف الالم تخدم في تفريج الالم الشديد .

صورة الجسم واحساس التموضع :

ان الاعصاب الناقلة للمس والالم والحرارة ... الخ ، تنقل هذه المعلومات على شكل بضات عصبية وتكون هذه النبضات العصبية متشابهة لجميع الاعصاب ذات الحجم الواحد بغض النظر عن نوع الاحساس المنقول وليس من الممكن بدراسة وسعات الفعل في عصب ،

لتقرير نوعية المعلومات المنقولة به . وهناك بالطبع اختلافات في حجم الالياف العصبية واختلافات في سرعة التوصيل ولكنه من المحتمل فان المكان في الدماغ الذي تذهب اليه الالياف العصبية هو الذي يعين نوعية الاحساس المعاني .

في السنين الاولى من الحياة فاننا نطور صورة الجسم وننسب المعلومات الحسية الواصلة الى الدماغ لهذه الصورة . وعليه فاذا ما وطأ احدهم على اصبع قدمك فانك تعرف اي قدم هي واي اصبع هي وذلك بتنسيب الاحساس لصورة الجسم

وقد يكون الاستنتاج الواصل عن تنسيب المعلومات الحسية لصورة الجسم خاطئا احيانا وهذا ما يحتمل ان يحدث عندما تكون الظروف غير طبيعية .

وقد يختلط الامر بصورة الجسم عند تقاطع اصبع السبابة والاصبع الوسطى لاحدى اليدين فالقلم المدعوك بين اصبعين غالبا ما يحس به كانه قلمين وبالعكس فان قلمين يمسان جانبين متعاكسين من هذين الاصبعين قد يشعر بهما كانهما قلما واحدا

واذا ما نبه العصب بالضغط على نقطة ما على طول مسلكه فان الاحساس المشعور به يظهر عادة وكانه قادم من المستلم في النهاية البعيدة .

واذا ما كان لشخص خط هاتفي خاص فانه يفترض ان تكون جميع المكالمات القادمة هي من مكان بعيد . فاذا ما قرع احدهم على خط الهاتف وبدأ يتكلم فانه من الطبيعي الافتراض بان هذا النداء قادم من هاتف في النهاية البعيدة .

ان قرصا فقريا (Intervertebral Disc) ناتئا قد يضغط على جذر العصب ويرسل نبضات عصبية الى الحبل الشوكي . فلا يشكو المريض من ضغط القرص على العصب في مستوى الجذر ، بل انه يشكو من الم في المنطقة المجهزة بالعصب . فمثلا في حالة القرص القطني فان الالم يكون اسفل خلف الساق . وهذا مثال على الالم الرجيع .

ان للحجاب الحاجز عصبا مجهزا هو العصب الحجابي (Phrenic Nerve) والذي ياتي من الفقرات العنقية الثالثة والرابعة والخامسة . ويكون تمثيل الحجاب الحاجز في صورة الجسم ضعيف . خراج تحت الحجاب الحاجز قد يسبب احساسا بالالم يدخل الى الحبل الشوكي عن طريق جذور الاعصاب العنقية الثالثة والرابعة والخامسة وهذا الالم غالبا ما يرجع عند المريض الى منطقة الجلد

المجهزة بالفقرات العنقية الثالثة والرابعة والخامسة اى الحلد المغطى للكتف او مفصل الكتف .

ان الالم الرجيع من ذوي القلب (الذبحة الصدرية) الم ماسك قوى حول الصدر ويمتد اسفلا داخل الذراع فالالم قد رجع الى الشدفات الصدرية العليا اذ ان العصب الصدري الاول والذي هو جزء من الظفيرة العضدية ، يجهز الجلد داخل الذراع اما الاعصاب الصدرية الاخرى فانها تجهز جدار الصدر عن طريق الاعصاب بين الاضلاع .

اما فيما يخص السبيل الهضمي فان هناك تموضعا دقيقا (اسفل المرىء ولكن بعد دخول الطعام الى المعدة فانه لا يوجد اي تموضع . والالم من السبيل المعوي يرجع عادة الى منطقة السرة .

واحد انواع الالم الرجيع المكرب هو الذي يتبع عملية البتر . فتنبيه نهايات الاعصاب المقطوعة يعطي الاحساس بطرف بوى (Phantom Limb) ويشعر بالم في طرف ليس له وجود . وقد تمضي مدة طويلة من الزمن كي تتحرر صورة الجسم . وعليه فان المعلومات المعطاة من المريض حول تموضع الم قد تكون غير صحيحة اذا ما كان المريض يعاني من الم رجيع .

الاحساس الذاتي

PROPRIOCEPTION

ان دقة المعلومات الحسية الذاتية فيما يخص موضع المفاصل في الفضاء يمكن اختبارها بمد الذراع في مستوى الكتف وغلق العينين ومن ثم جلب اليد الى الاعلى كي تلمس الانف باصبع السبابة . ويسمى هذا بفحص الانف والاصبع . وهناك فحص اخر اصعب وهو وضع اصبع السبابة ليد في موضع معين في الفضاء (مثلا خلف الظهر او خلف الرقبة) ومن ثم اخذ اصبع السبابة لليد الاخرى الى نفس الموضع

ان الاحساس الذاتي في الاطراف السفلى قد تفحص بتمرير عقب احدى الساقين على طول السطح الامامي للساق الاخرى وتكون العينين مغلقتان مرة اخرى . ان قابلية الكشف عن حركة منفعلة قد تفحص بتحريك اصبع القدم الكبير للشخص الى الاعلى او الى الاسفل وسؤاله عن حالة اتجاه الحركة وتقع المستلمات اساسا في محفظة المفصل ويجب مسك اصبع القدم من طرفيه لمنع تغييرات الضغط على الجانب الظهري والاخمصي للاصبع كي نبعد اتجاه الحركة وحيث ان هناك جوابين محتملين (الى الاعلى والى الاسفل) ، فان الشخص الذي فقد جميع الاحساس الذاتي يحصل على خمسة اجوبة صحيحة من عشرة

وذلك عن طريق التخمين الكلي لذا فان ٥ من ١٠ صحيحة تعني عدم وجود احساس ذاتي والشخص الذي له احساس ذاتي طبيعي يحصل على ١٠ من ١٠ اجوبة صحيحة

يستعمل الاحساس الذاتي في الحياة اليومية العادية . فهو يستعمل مثلا عند الاكل وفي هذه الحالة فان الاحساس الذاتي يمتد لما بعد اليد الى نهاية الشوكة او الملعقة ، بحيث ان موضعها في الفراغ تقدر بواسطة الدماغ فينفتح الفم في الوقت الذي تصل اليه لتضع الطعام فيه ان المشي يشمل استعمال مستقبلات الحس في الساقين ، اذ انه عند المشي فانه تترك مسافة صغيرة جدا بين القدم والارض ولكن هذه المسافة مقدرة بعناية وهي تدرك عندما تلاقي القدم مرتفعا صغيرا لحجر فتصدم به .

ان الشخص الطبيعي يستطيع حفظ توازنه عندما تكون عيناه مغلقتان باستعمال مستقبلات الحس في الساقين وان الشخص الذي فقد الاحساس الذاتي في الساقين لا يستطيع ان يعرف موضع الارض بالنسبة الى ساقيه فتكون له مشية خاصة وهو يستطيع ان يحفظ توازنه باستعمال عينيه ، ولكنه نادرا ما يستطيع الخروج ليلا حيث يسقط في الظلام ان هذا الفقدان للاحساس الذاتي يحصل في الضني الظهري (Tabes Dorsalis) والذي هو مظهر متآخر للسفلس والمريض بهذه الحالة يعطي تاريخا نمطيا لسقوطه عدة مرات عند دخول الصابون في عينيه اثناء غسل وجهه اذ ان الصابون يجعله يغلق عينيه

ادامة وضع الانتصاب :

عند وقوف الشخص فانه بذلك يديم حالة توازن داينمي اكثر منه ساكن فانه لا يتوازن على قدميه كمنضدة صلبة (توازن ساكن) ولكنه يتمايل قليلا طول الوقت . وكلما اراد ان يميل الى الامام تنشد العضلات التي في خلف الساقين فتنبه المغازل العضلية ويحدث منعكس الشد هذا تقلصا ومن ثم فهو يميل الى السقوط نحو الخلف وهذا ما يشد العضلات التي في امام الساقين وتنشد انئذ المغازل العضلية فيسحبه منعكس الشد الى الامام مرة اخرى . لذا فان التوازن يدام بتعاقب تقلص وانبساط الثانيات والباسطات وبنفس الوقت فانه تحدث حركة تمايلية مشابهة الى الجانبين واذا فقد الوعي فانه يسقط الى الارض .

الجهاز الدهليزي

VESTIBULAR APPARATUS

تتكون الجهاز الدهليزي من قسمين اعضاء حصاة الاذن

واعضاء حصاة الاذن هي الكيس (Saccule) والشكوة (Utricle) ·
(Otolith Organs) والقنوات الهلالية (Semicircular Canals) ·
وتوجد ثلاثة قنوات هلالية كل منها عمودية على الاخرى . والجهاز الدهليزي للاذن الوسطى يكون ضعيف التطور في الانسان ويلعب دورا ثانويا في ادامة وضع الانتصاب وغالبا ما يصاحب اضطراب الجهاز الدهليزي الدوار (Vertigo) او الدواخ (Giddiness) · ويعطى الجهاز الدهليزي معلومات عن جميع موضع الراس في الفضاء (اعضاء حصاة الاذن) . وكذلك المعلومات حول اي تغيير في السرعة او التعجيل (القنوات الهلالية) وهو لا يعطي المعلومات حول السرعة نفسها لذا فانه قد يسافر الشخص بسرعة ٧٠٠ ميل في الساعة بطائرة نفاثة وليست له فكرة عن السرعة التي يطير بها اما في السيارة فان التعجيل والتباطوء هو الذي ينتبه اليه بسهولة .

ان اعضاء حصاة الاذن مهمة جدا في الاهتداء اثناء السبح تحت الماء حيث انه تحت هذه الظروف ، فان القدمين لا تمسان الارض ولا تصل معلومات المستقبل الحسي الموجه الى الدماغ من الساقين ولا يساعد البصر على تعيين اتجاه السطح ولذا فيجب على كل من عنده اضطراب دهليزي ان لا يذهب للسبح .

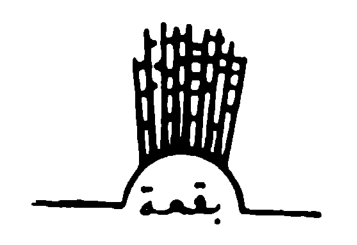
اعضاء حصاة الاذن (Otolith Organs)

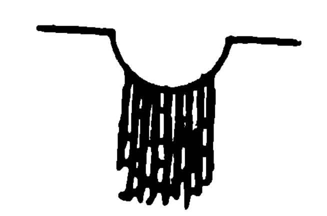
يتكون الكييس والشكوة من خلايا شعر متحورة ، وتنطمر في الشعرات جزيئات طباشيرية تعرف بحصوات الاذن (شكل ١٥٧) . وهذه الجزيئات الطباشيرية تكون ثقيلة تكفي لان تسحب بتأثير الجاذبية وفي قاعدة الشعرات نهايات عصبية تستجيب لاقصى حد عندما تسحب الجزيئات الطباشيرية الشعرات ويحصل التنبيه الاقصى عندما تتجه الشعرات الى الاسفل (شكل ١٥٧ (٢))

وفي وضع الانتصاب فان الشكوات تتجه الى الاعلى بينما تتجه الكييسات الى الخارج والى الجانب (شكل ١٥٨) ويجب ان نلاحظ بان حرف (U) يعني الشكوة والى الاعلى والحرف (S) يعني الكييس والى الجانب ويتنبه الكييس قصويا بوضع الراس على جانب واحد . اما الشكوة فانها تنتبه قصويا عندما يقف الشخص على راسه .

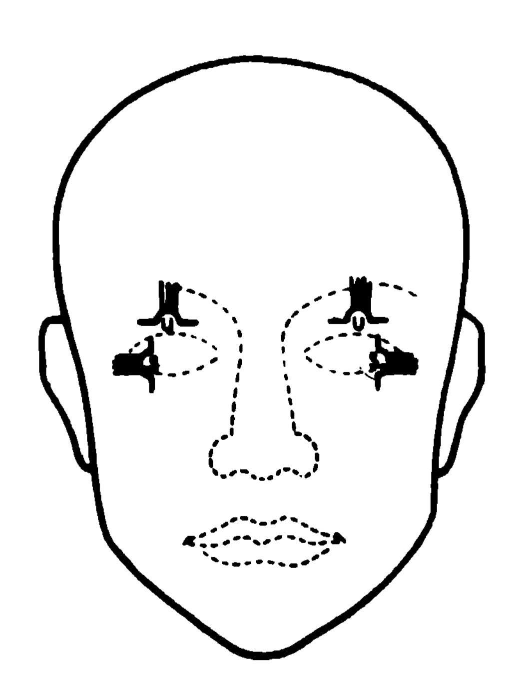
القنوات الهلالية :

بسبب وجود قنوات هلالية ثلاثة متعامدة على بعضها فانه يمكن ملاحظة التعجيل في اي اتجاه كان . وتكون كل قناة هلالية مملوءة بسائل (شكل ١٥٩) ولهذا السائل قصور ذاتي وهو يتحرك خلفا عند دوران



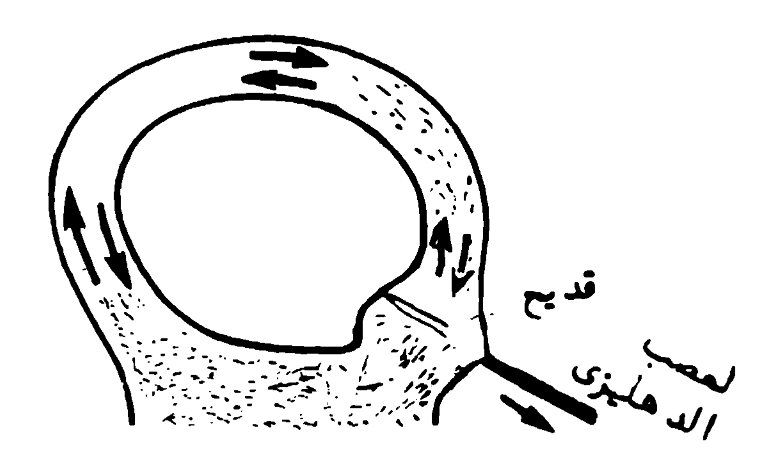


شكل -١٥٧- عضو حصاة الاذن وهو يعطي المعلومات حول وضع الراس في الفضاء . فالاعصاب الحسية تتنبه الىاقصى حد عندما تكون خلايا الشعر مؤشرة الى الاسفل (٢) ، والى ادنى حد عندما تكون مؤشرة الى الاعلى (١) ، ويعتمد هذا على وضع الراس .



شكل -١٥٨- مخطط يظهر اتجاه اعضاء حصاة الاذن بالنسبة الى الجمجمة . S = كييس (Saccule) U = شـــــكوة (Utricle) .

الراس فجاة ويستمر بالحركة عند توقف الراس فجاة وفي كلتــا الحالتين فان السائل يتحرك بالنسبة الى القناة نفسها وتحصر القناة الهلالية على الحرف (Crista) بواسطة حاجز متحرك يعرف بالقديح (Cupula) والذي يتكون من مادة هلامية مطمورة في خلايا الشعر وتحركات السائل تحرك الحاجز وتنبه النهايات العصبية في قاعدة خلايا الشعر وهذه المعلومات الحسية تفسر كتعجيل



شكل ـ١٥٩ـ تركيب قناة هلالية . ان قديح الحرف يعمل كحاجز متحرك يتارجح عند حركة السائل بالنسبة للقناة . وحيث ان للسائل قصورا ذاتيا ، فان الحرف سيتنبه باي تغيير في السرعة الدورانية ، اي التعجيل .

التكوين الشبكي

RETICULAR FORMATION

تمر خلال ساق الدماغ من النخاع راسا الى القشرة شبكة تعرف بالتكوين الشبكي وتتكون من عدد كبير من العصبات والاشتباكات وجميع المعلومات الحسية القادمة الى الجهاز العصبي المركزي تمر الى التكوين الشبكي ويثير التكوين الشبكي القشرة المخية وترسل بعض المعلومات الحسية الى الشعور .

ان الادوية التي تحصر التكوين الشبكي ستمنع من وصول المعلومات الحسية الى الشعور ، وتسمى بالمخدرات وتكبت فعاليـــة التكوين الشبكي اثناء النوم .

السيطرة القشرية للاعصاب الحركية

CORTICAL CONTROL OF MOTOR NERVES

تقع القشرة الحركية على سطح الدماغ امام الاخدود المركزي في التلفيف قبل المركزي (شكل ١٥٥) وكما في القشرة الحسية فان الجسم يتمثل بشكل مقلوب حيث يكون الراس في النهاية السفلى للتلفيف والقدمان على النهاية العليا له .

ان التنبيه الكهربائي للقشرة الحركية المكشوفة تحدث تحرك العضلات الارادية على الجانب الاخر من الجسم

لقد تم ترقيم المناطق القشرية فالقشرة الحركية هي منطقة ٤ وتشغل القشرة الحسية المشروحة سابقا المناطق ١و٢و٣

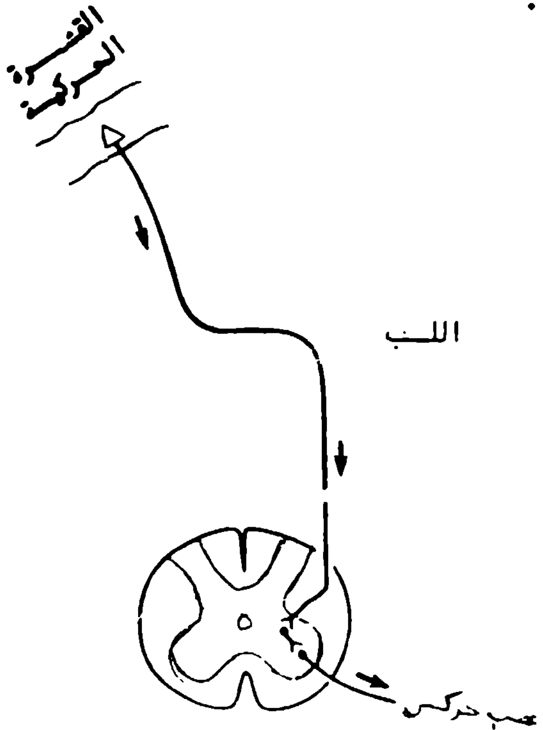
ان المادة السنجابية في الدماغ تقع على السطح خلافا لما هو في الحبل الشوكي حيث تكون في منطقة شكل حرف (H) المركزي .

ينشأ السبيل القشري الشوكي (والذي كان يعرف سابقا بالسبيل الهرمي) في القشرة الحركية . فيسير نازلا بجوار المهاد خلال منطقة تسمى المحفظة الداخلية (Internal Capsule) ، ويتقاطع السبيل القشري الشوكي في النخاع الى الجانب الاخر حيث يستمر نازلا في الاعمدة الجانبية في المادة البيضاء للحبل الشوكي ليجهز خلايا القرن الامامي .

وعندما تصل الالياف القشرية الشوكية الشدفة الشوكية الواجب تجهيزها ، فان الالياف تسير الى خلايا القرن الامامي . وفي حيوان كالقط توجد عصبة وسيطة (Internuncial Neurone) صغيرة بين نهاية الالياف القشرية الشوكية وخلية القرن الامامي ولكنها لا توجد في المقدمات (Primates) والانسان . وان كل خلية قرن امامي تنشيء الليف العصبي الذي يذهب الى الوحدة الحركية شكل (١٦٠) ولذا فانه تشترك عصبتان حركيتان في مسلك الحركة الارادية ، فتسير العصبة الاولى من القشرة الحركية للجانب الاخر الى الشدفة الشوكية والعصبة الثانية هي خلية القرن الامامي والعصب الحركي . وقد يعترض المسلك خلال المحفظة الداخلية بسبب نزف من الشرايين المخططة العدسية وهذه شرايين هشة قد تتمزق عندما يصبح ضغط الدم عاليا جدا . وان مثل هذا الحادث الوعائي المخي سيعترض مسلك الحركة الارادية ويشل العضلات في الجانب الاخر من الجسم .

ان خثارا في الاوعية الدموية المخية يؤدي ايضا الى الشلل ، حيث

ان الاوعية الدموية تجهز الاعصاب ولا يمكن للاعصاب ان تقوم بوظيفتها اذا ما انقطع تجهيز الدم لها (ان شلل العصب الزندي الذي يحدث بعد النوم على الذراع هو بسبب انقطاع تجهيز الدم لهذا العصب بسبب الضغط) .



شكل ـ١٦٠ـ مسلك الحركة الارادية . ويشترك فيها عصبان. والمسلك من القشرة الحركية الى الحبل الشوكي (الحزمة الهرمية او الحزمة القشرية الشوكية) يعبر الى الجانب الايسر في اللب .

منعكس الشد

STRETCH REFLEX

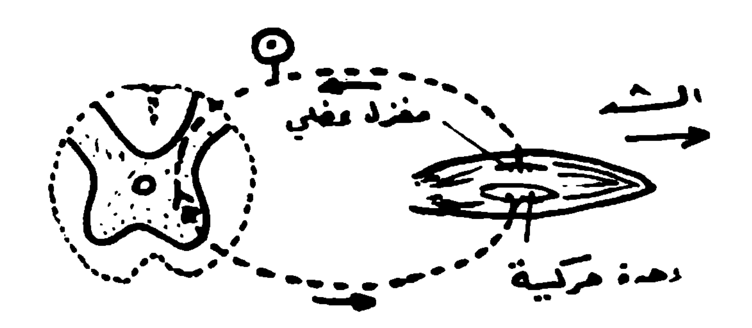
ان المغازل العضلية هي مستلمات حسية (على شكل المغزل) والتي تقع بجانب ليف العضلة المخططة في العضل الارادي وهي تنتبه بواسطة الشد .

وعندما يشد العضل فان النبضات العصبية من المغزل العضلي تدخل الى الحبل الشوكي وتؤثر على خلايا القرن الامامي المجهزة للوحدات

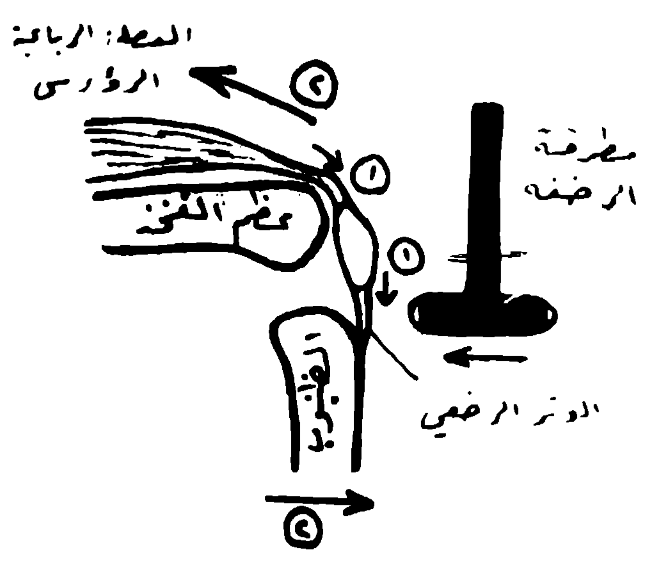
الحركية المجاورة (شكل ١٦١) وترسل خلايا القرن الامامي نبضات عصبية على طول الاعصاب الحركية ، والوحدات الحركية، وهذا ما يشكل منعكس الشد . ويطلق على المسلك (شكل ١٦١) بقوس المنعكس الاحادي الاشتباك (Monosynaptic Reflex) حيث يشترك اشتباك واحد

وتوجد منعكسات الشد في جميع عضلات الجسم ، فاذا ما شدت اية عضلة فانها ستتقلص حالا ويصعب صنعيا شد بعض العضلات ولكنه يمكن شد العضلات بسهولة في اجزاء معينة في الجسم فمثلا للعضلة الرباعية الرؤوس في الفخذ وتر يمر حول الجزء السفلي لعظم الفخذ ومن ثم يندغم في الظنبوب (شكل ١٦٢) ويوجد عظم سمسمائي في وسط هذا الوتر هو الرضفة (Patella) · فاذا قرع الوتر بين الرضفة والظنبوب بواسطة مطرقة رضفية مغلفة بالمطاط فانه يحدث سحب على العضلة الرباعية الرؤوس (شكل ١٦٢ (١)) . ويسبب المنعكس الاحادي الاشتباك تقلص العضلة (شكل ١٦٢ (٢)) . والتقلص الحاصل يسبب تمدد الركبة وركلة القدم للامام . ويطلق على هذا المنعكس بنفضة الركبة (Knee-Jerk) ·

يجب الملاحظة بان المستلمات الحسية التي تنسبه بقرع الوتر الرضفي هي المغازل العضلية الموجودة في العضلة الرباعية الرؤوس. والبعيدة من نقطة التأثير . ولا تلعب مستلمات الوتر الرضفي نفسها دورا في هذا المنعكس ، حيث ان استجابة مماثلة يمكن الحصول عليها بعد ارتشاح وتر اعضاء كولكي (Golgi Tendon) بمخدر موضعي (Local Anaesthetic) ·



شكل -١٦١- منعكسات الشد . عند شد العضل فان النبضات العصبية تمر من المغزل العضلي الى الحبل الشوكي لتؤثر في خلايا القرن الامامي المجهزة للوحدات الحركية المجاورة . وتسبب هذه النبضات تقلص العضل . وهذا ما يشكل مبدا منعكسات النفضة .



شكل -١٦٢- نفضة الركبة . يقرع الوتر الرضفي بمطرقة رضفية مغلفة بالمطاط . ويولد هذا سحبا فجائيا على العضلة الرباعية الرؤوس (١) . ويسبب منعكس احادي الاشتباك ينشأ من المغزل العضلي ، تقلص العضلة (٢) . وينتقل هذا التقلص خلال الوتر الرضفي الى الظنبوب . وتمتد الركبة وتوكل الساق الى الامام .

وهناك عضلة يمكن شدها بسهولة بقرع وترها هي العضلة التؤمية الساقية الاخمصة . وهذه تدغم في العقب في الكاحل عن طريق وتر العرقوب (شكل١٦٣) ان الاستجابة لقرع هذا الوتر (شكل ١٦٣ (١)) هو تقلص العضلةالتؤمية الساقيةوالثني الاخمصيللقدم (شكل ١٦٣ (٢)) . ويسمى هذا المنعكس بنفضة الكاحل . ولفعالية الدرقية تأثير على نفضة الكاحل . ويكون هذا المنعكس في حالة الانسمام الدرقي سريعا . ومن ناحية اخرى فان هذا المنعكس يكون في حالة الخزب المخاطي بطيئا وتكون هناك فترة قبل انبساط العضلة .

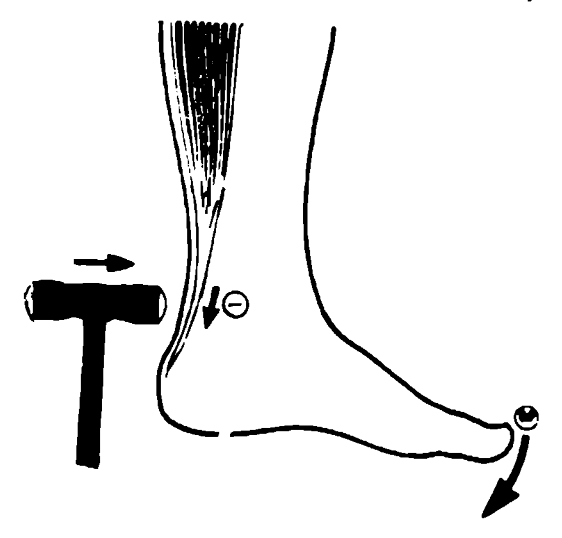
ويمكن تحفيز هذا المنعكس بواسطة بسط القدم السريع لشد العضلة . فاذا كانت الاستجابة تقلصا رمعيا فانه يطلق على الحالة الرمع الكاحلي

وتشمل منعكسات الشد الاخرى نفضة ذات الراسين ونفضة العضلة ذات الثلاثة رؤوس في الذراع ونفضة الفك

ولقد سبق وتبين بان منعكس الشد يلعب دورا مهما في ادامة وضع الانتصاب .

ان منعكس الشد هو ابسط جميع المنعكسات الشوكية اذ انه يشترك عصبتان واشتباك واحد فقط .

وهناك منعكسات شوكية اكثر احكاما مثل منعكس السحب (Withdrawal Reflex) . فاذا سلط منبه قوي على قدم واحدة فان تلك الساق تسحب بينما تتمدد الساق الاخرى ومثل هذا المنعكس الشوكي يكبب عادة بواسطة مثبطات المسالك الشبكية الشوكية والتي تكون جزءا من الجهاز خارج الهرمية . ان منعكس السحب يشاهد بعد ان يكون القط الشوكي (Spinal Transection) قد قطع هذه المسالك المثبطة .



شكل ــ١٦٣ـــ نفضة الكاحل . يقرع الوتر الموحد للتوءامية الساقية والاخمصية (الوتر العرقوب) بمطرقة الرضفة . فتنشد العضلة وتتقلص بصورة انعكاسية مما يسبب ثني اخمص القدم .

الجهاز خارج الهرمية (Extrapyramidal System)

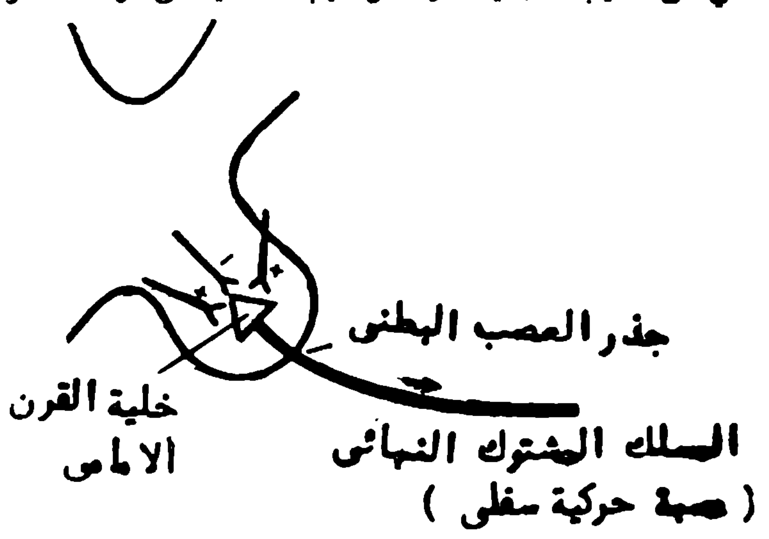
بالاضافة الى السبيل القشري الشوكي للحركة الارادية ، فان هناك اليافا عصبية تأتي من منطقة الحزمة الكابتة (مناطق٤ S و٦) والتي تقع مباشرة امام القشرة الحركية وهذا السبيل لليف العصبي يلتقط الامدادات من الدماغ الاوسط والمخيخ والنخاع ليذهب نازلا ويؤثر على خلايا القرن الامامي للحبل الشوكي ، وهذه الالياف تشكل جزء من الجهاز خارج الهرمية .

المسلك المشترك النهائي :

ان خلية القرن الامامي تقذف من قبل عدد من العصبات بعضها مثبطة واخرى مستفزة بنفس الوقت والسبيل القشري الشوكي هو العصب المستفز الاساس (موجب) الذي يحدث الحركة الارادية وان السبيل الشوكي الشبكي المثبط هو العصب المثبط الاساس (سالب) فهو يثبط فعالية خلية القرن الامامي وهو ليس من القوة لان يثبط السبيل القشري الشوكي للحركة الارادية لكنه قوى كاف لان يثبط معظم المنعكسات الشوكية

ان الاجزاء الاخرى من الجهاز خارج الهرمية يشمل السبل الشوكية الدهليزية والتي تنشأ في النوى الدهليزية

ويحدث جمع جبري في خلية القرن الامامي (شكل ١٦٤) فتبطل الموجبات والسالبات احدها الاخرى ويعتمد ترداد طرح خلية القرن الامامي على النتيجة النهائية . وتنتقل نتيجة الفعالية الى الوحدة الحركية



شكل -١٦٤- ان خلية القرن الامامي في المادة السنجابية للحبل الشوكي تكون تحت تأثير عدد من العصبات بعضها مستفزة (+) والاخرى مثبطة (-) . ويحصل جمع جبري حيث تبطل العلامات السالبة فيه العلامات الموجبة . واذا كانت الفعالية الموجبة النهائية كافية ، فان خلية القرن الامامي تطرح لاسفل العصبة الحركية السفلى الى الوحدة الحركية . ويطلق على هذا العصب بالمسلك المشترك النهائي .

على طول العصبة الحركية والتي لذلك تسمى بالمسلك المشترك النهائي .

تبيط المنعكسات الشوكية :

ان وجود السبيل الشوكي الشبكي المثبط يجعل من الصعب عرض المنعكسات . وان نفضة الركبة هي احدى المنعكسات الشوكية القليلة والتي يمكن عرضها عند اغلب المرضى وان بعض المرضى لا يظهرون نفضة الركبة بسبب كبت هذا المنعكس الشوكي بواسطة الفعالية الشوكية الشبكية المثبطة ، وفي مثل هذه الحالة فان نفضة الركبة غالبا ما يمكن عرضها عندما يكون الشخص مركزا على حركة اخرى مثل سحب قبضتي اليد للخارج وهذا ما يطلق عليه التحصين (Reinforcement) .

ان المرضى المصابين بضرر في الدماغ او آفات في الحبل الشوكي والتي تقطع المسالك المثبطة، تكون لديهم منعكسات شوكية مبالغة، وهذه المبالغة في منعكسات الشد تسبب التشنج (Spasticity) . فقد يكون الطفل متشنجا بسبب نزف مخي في الولادة والذي يكون قد حطم هذه المسالك العصبية .

وفي شخص طبيعي فان مفصلا كمفصل المرفق يمكن تثبيته بصورة فاعلة او تمديد ، بسهولة . وعند اعادة هذه الحركات عند شخص متشنج والذي لم تكبت منعكساته الشوكية فانه اول ما يبدأ بثني مفصل المرفق فان العضلة الثلاثية الرؤوس ستشد وستتقلص هذه العضلة بسرعة واذا ما استعملت قوة كافية فان المستلمات في الاوتار ستثبط منعكس الشد هذا وبذا يحصل الثني فجاة . ويطلق على هذا منعكس السكين الكباسة (Clamp-Knife Reflex) . ومن المحتمل ان تكون هذه الية وقائية لمنع تمزق الوتر وهذا التشنج يجعل الحركات الارادية صعبة جدا ويكون التأثير على جهة واحدة حيث ان تلف الدماغ هو في جانب واحد فقط .

المخيخ

CEREBELLUM

للمخيخ ثلاث وظائف اساسية فيشترك الفص الزغبي المعقد (Floculonodular Lobe) للمخيخ مع الجهاز الدهليزي ، وتلفه يؤدي الى اضطراب التوازن . فالطفل المصاب بورم ارومي نخاعي في الدماغ (Medulloblastoma Brain Tumor) والذي يؤثر على هذا الفص سيكون غير متوازن عند محاولة الوقوف او المشي .

ويشترك الفص الامامي للمخيخ مع الاحساس الذاتي فتصل

النبضات العصبية من المستقبلات الحسية هذا الجزء من المخيخ عن طريق السبل الشوكية المخية . وان معظم هذه الالياف لا تتقاطع ولـذا فانها تصل المخيخ لنفس الجانب . وهذا الجزء من المخيخ يلعب دورا مهما في تنظيم التوتر العضلي .

ويوفق بقية المخيخ بين الحركات بالاشتراك مع القشرة المخية للجانب الاخر فهو يرسل المعلومات الى هذه القشرة عن طريق المهاد ويستلم المعلومات من هذه القشرة عن طريق الجسر (Pons) .

ان المريض بافة مخية في جانب واحد يظهر ضعفا في التوتر العضلي في ذلك الجانب فلذا تصبح اليد كالدقاقة لا تتارجح عند المشي . وان نقص التوتر العضلي في الساق للجانب المتأثر قد يؤدي الى السقوط الى ذلك الجانب وقد يعتبر انسانا ثملا .

وتوافق الحركات يكون ضعيفا وغالبا ما تستعمل القوة غير المضبوطة . اضافة لذلك فانه تحصل رعشة قصدية (Intention Tremor) والتي تزداد سوءا عند التركيز على الحركة . ولذا فانه تصبح حتى الحركة البسيطة كشرب كوب من الشاي غير ممكنة اذ ان الرعشة تكون قد افرغت الكوب قبل ان يصل الى الفم .

وضع المغازل العضلية

SETTING OF MUSCLE SPINDLES

ان منعكس الشد يميل الى مسك العضلة بطول معين بغض النظر عن مقدار القوة الساحبة لها . فاذا ازدادت هذه القوة فان العضلة ستميل لان تشد الى طول اطول . ولكن ايا من هذا الشد فانه سيزيد من اطلاق المغازل العضلية ، ويزيد انعكاسيا من تقلص العضلة حتى تعادل مرة اخرى القوة المعاكسة . واذا قلت قوة الشد على العضلة وبدأت العضلة بالقصر فانه ستقل فعالية المغزل العضلي ويقل التوتر العضلي حتى يعادل مرة اخرى القوة المعاكسة . لذلك فان وضعا معينا للمغزل العضلي يعود الى طول معين للعضلة . وتنظم المغازل العضلية الى الوضع الصحيح لادامة الوضع المعين بواسطة فعالية الاعصاب الحركية ذات القطر الصغير (فعالية كاما النازلة) والتي تجهز الالياف داخل المغزل في المغازل العضلية نفسها . وتنظم هذه الفعالية بواسطة جهاز خارج الهرمية . ويظهر انها تنشأ اساسا من المخيخ .

العقد القاعدية

BASAL GANGLIA

ان العقد القاعدية هو الاسم المعطى الى مناطق في المادة السنجابية في قاعدة القشرة المخية والاجزاء المكونة هي الكرة الشاحبة (Globus Pallidus) والجسم المخطط (Corpus Striatum) والمادة السوداء (Substantia Nigra) ، والنواة دون المهاد (Subthalamic Nucleus) .

داء باركينسون (Parkinson's Disease) (الشلل الرعشي (Paralysis Agitans :

وهو اضطراب في العقد القاعدية ويصاحبه زيادة في التوتر العضلي في العضلات الثانية والباسطة معا لذا فان المريض بالرغم من عدم كونه مشلولا يجد صعوبة في تحريك اي من العضلات الارادية . ويطلق على هذه الحالة الصمل العضلي (Muscular Rigidity) ، وللمريض تعبير مقنع ثابت ومشية مراوغة ورعشة خاصة في اليدين تشبه تقليب الحبات باصبعه . وقد يمكن تفريج الحالة بتحطيم الكرة الشاحبة .

النمط العمومي للجهاز العصبي :

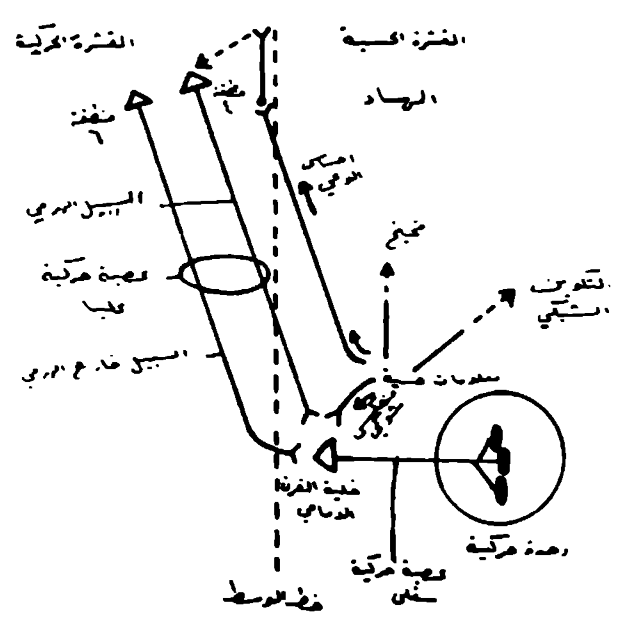
حيث اننا درسنا الاجزاء المكونة للجهاز العصبي فانه من الممكن الان ان ندرس المسالك الرئيسة ككل متكامل (شكل ١٦٥)

ان المعلومات الحسية التي تدخل الحبل الشوكي (او الدماغ) تذهب الى المهاد ومنها الى القشرة الحسية للاحساس الواعي وتذهب الى التكوين الشبكي لتنبيه القشرة والى المخيخ لتوافق الحركات ولتنظيم التوتر العضلي . وتذهب مباشرة الى خلايا القرن الامامي لنفس شدفات المنعكسات الشوكية او المجاورة لها

ان خلية القرن الامامي التي تنظم فعالية وحدتها الحركية عن طريق العصبات الحركية السفلى ، تكون تحت تاثير السبيل الشوكي القشري (الهرمي) من القشرة الحركية والسبيل فوق الهرمية (من منطقة ٦ للقشرة ومن ساق الدماغ) والمنعكسات الشوكية الموضعية وتكون السبل الهرمية وفوق الهرمية العصبات الحركية العليا وفي اغلب القسم فان المنعكسات الشوكية تثبط بواسطة مكون شوكي شبكي مثبط للجهاز فوق الهرمية ، وبعد افة في عصبة حركية عليا ، فان هذا التثبيط للمنعكسات الشوكية يفقد وتصبح المنعكسات مبالغ فيها مسببة التشنج ، واذا قطع

السبيل الهرمي ايضا فيحدث شلل تشنجي وقد يتسبب التشنج ايضا بزيادة فعالية كاما الصادرة الى المغازل العضلية .

واذا قطع مسلك العصبة الحركية السفلى فيحدث شلل ارتخائي .



شكل ـ١٦٥ـ ملخص للمسالك العصبية الرئيسة .

٢١ ـ العين

THE EYE

التركيـــز

FOCUSING

تكون القرنية (Cornea) شفافة تسمح للضوء بالدخول الى العين. وليست لها اوعية دموية وهي تستلم غذاءهـــا من الخلط المـــائي (Aqueous Humour) .

يعمل السطح الامامي للقرنية كعدسة ثابتة . وتكون بصريات العين صورة مقلوبة على الشبكية (شكل ١٦٦) . وتحول الشبكية هذه الصورة المقلوبة الى نبضات عصبية . وتنتقل هذه النبضات العصبية على طول العصب البصري الى الفصوص القفوية (Occipital Lobes) للدمـــاغ حيث تفسر كرؤية .

عند استعمال الة التصوير فانه يكون من الضروري استعمال نقاط مختلفة للتركيز عند تصوير جسم قريب عما هي عند تصوير جسم بعيد . وبنفس الطريقة فانه يحتاج في داخل العين الى عدسة قابلة للتنظيم لكي تؤمن تكوين صورة مركزة واضحة على الشبكية ، بغض النظر عن بعد الجسم المرئي .

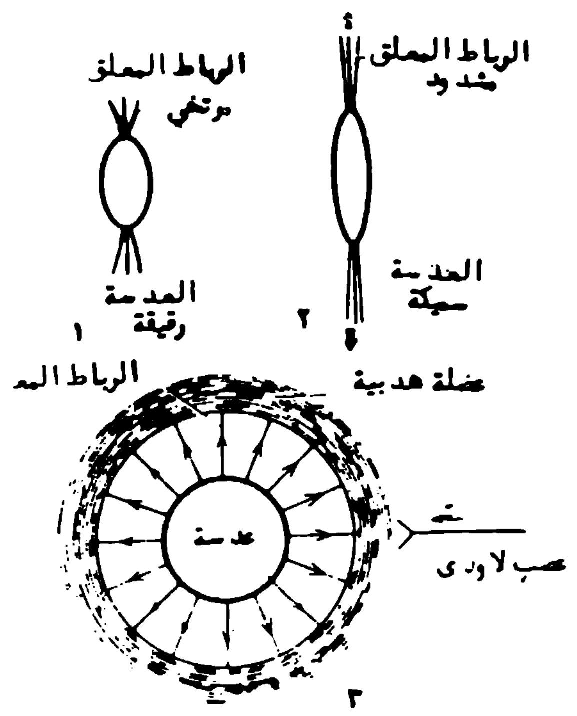
وعند النظر الى جسم قريب ، كما هو عند قراءة كتاب ، فان هذه العدسة التي في العين تكون سميكة وقوية بصريا بينما تكون عند النظر

شكل ـ١٦٦ـ ان القرنية وعدسة العين تعملان كجهاز عدسي ينتج صورة مقلوبة على الشبكية . ويقلب الدماغ هذه الصورة المقلوبة الى وضعها الاصلي .

الى جسم بعيد رقيقة وضعيفة . ان هذا التغيير في سمك العدسة هو الذي يمكن حدوث التركيز

والعدسة تركيب مطاطي لها اربطة (Ligaments) مرتبطة حول حافاتها . توصل هذه الاربطة العدسة بالجسم الهدبي (Ciliary Body) . وان سبب هذه الاربطة هو الذي يفرطح العدسة للرؤية البعيدة [شكل ١٦٧ (٢) و (٣)] .

ان العضلة الهدبية التي تسير بشكل دائري في الجسم الهدبي تكون مجهزة بالياف اعصاب لاودية من العصب القحفي الثالث . وللرؤية القريبة فان النبضات العصبية تسبب تقلص الياف العضلة الهدبية ، وهذا التقلص يبسط سحب الاربطة الهدبية (شكل ١٦٧) وتعود العدسة الى حالتها السميكة (شكل ١٦٧ (١))



شكل -١٦٧- اذا ما رفعت العدسة من العين فانها ستكون سميكة (١) . وتكون وهي في العين عند النظر الى جسم بعيد رقيقة بسبب توتر الاربطة المعلقة (٢) و (٣) . وعند تركيز النظر الى جسم قريب فان فعالية العصب اللاودي تسبب تقلص العضلة الهدبية . وهذا يرخي التوتر على الاربطة المعلقة فتعود العدسة الى الشكل السميك . وتصبح الان عدسة اكثر قوة وتركز صورة الجسم على الشبكية .

واذا ما اصبحت العضلات الهدبية مشلولة ، تحدث حالة تسمى الشلل الهدبي (Cycloplegia) ولا يحدث عند ذلك التركيز ويكون من المستحيل قراءة كتاب .

قابلية العين لتغير قوة عدستها :

يستطيع الطفل ان يغير من سمك عدسته كي يقرأ على مسافة لقرب اربع بوصات ، او ان يرى جسما لمسافة بعيدّة وبتقدم العمر ، فانه تفقد قابلية التركيز على الاجسام القريبة وتتراجع النقطة القريبة (Near Point) (وهي اقرب نقطة يمكن رؤيتها بوضوح) .

وفي منتصف العمر فان النقطة القريبة تكون قد تراجعت الى مسافة يكون من الضروري معها استعمال عدسات اضافية امام العينين كي يمكن تركيز الصورة بوضوح على الشبكية وتستعمل النظارات الطبية عندها للقراءة .

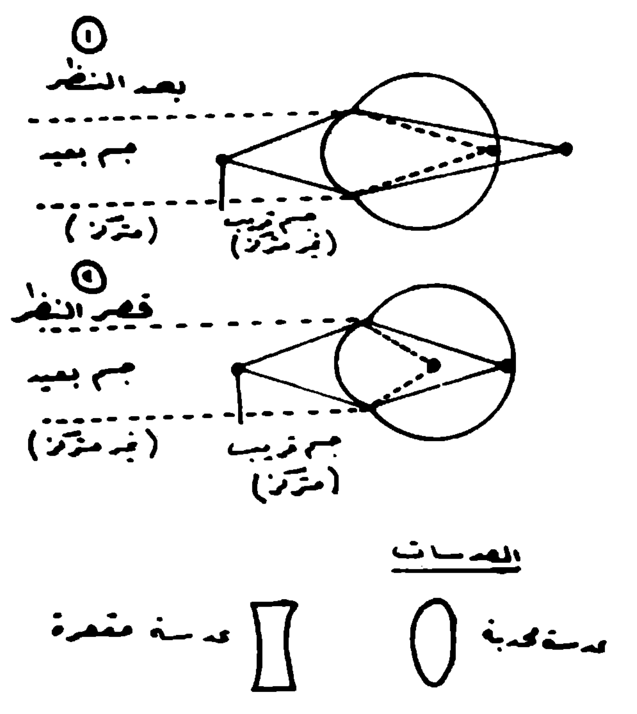
وقد تصبح العدسة معتمة بتقدم العمر ويطلق على هذه بالساد (Cataract) . وهي تؤدي هذا الى العمى وتزال العدسة المعتمة بعملية الساد وتبقى القرْنية لتعمل بدلا من العدسة . وباضافة عدسات قوية امام العين ، لتعوض عن نقص عدسة العين فانه يمكن تأمين الرؤية مرة اخرى

قصر النظر (Short Sight) ، بعد النظر (Long Sight) والابؤرية (Astigmatism) :

يكون تحدب السطح الامامي للقرنية في شخص قصير النظر غير صحيح وعند النظر الى جسمبعيد، فان الصورة تسقط امامالشبكية. ولتصحيح هذا تستعمل عدسة تصغر (محدبة) امام العينين لكي يكون تركيز الجسم واضحا . ويمكن تركيز الاجسام القريبة جيدا على الشبكية من قبل شخص قصير النظر بدون الحاجة الى النظارات ويطلق على قصر النظر (مايوبيا Myopia) (شكل ١٦٨ (٢))

وتكون قوة العدسة غير كافية عند الشخص بعيد النظر وهو يحتاج الى عدسة مقعرة لتركيز الاجسام القريبة . وتسمى هذه الحالة ايضا هايبرميتروبيا (Hypermetropia) (شكل ١٦٨ (١))

واذا لم تكن القرنية كروية تماما بل اسطوانية قليلا فان الخطوط الافقية ستتركز في عدسة العين بوضع يختلف عما هو عند النظر الى الخطوط العمودية ولذا يكون من المستحيل رؤيتها بوضوح بنفس الوقت . وهذه الحالة تسمى اللابؤرية . وهي تصحح باستعمال عدسة اسطوانية متساوية ومتعاكسة امام العين للتغلب على هذا العيب



شكل ـ١٦٨ـ (١) ان صورة الجسم القريب تتركز عند الشخص بعيد النظر خلف الشبكية حتى عندما يبلغ سمك العدسة اقصاه . وسيحتاج الشخص الى عدسة اضافية محدبة (بشكل نظارات طبية) لكي يتمكن من روية هذا الجسم بوضوح .
(٢) وان الشخص قصير النظر يستطيع ان يركز صورة الجسم القريب على الشبكية . بينما تسقط صورة الجسم البعيد امام الشبكية . ولذا فان هذا الشخص سيحتاج الى عدسة مقعرة لكي يتمكن من رؤية الجسم البعيد بوضوح .
الخطوط المنقطة ـ مسلك الضوء من الجسم البعيد
الخطوط المتصلة ـ مسلك الضوء من الجسم القريب

وكبديل للنظارات فانه قد تستعمل عدسات لاصقة . وهذه تثبت على السطح الامامي للقرنية لتغير تحدب هذا السطح الامامي الى الشكل الصحيح ويمكن استعمال العدسات اللاصقة لتحسين النظر عند الاشخاص ذوو النظر الطبيعي والذين لديهم شذوذ في السطح الامامي للقرنية نتيجة كلم

واذا كانت العدسة اللاصقة تغطي القرنية فقط ، فانه يطلق عليها عدسة قرنية (Corneal Lens) · اما اذا كانت اكبر وتغطي جميع المنطقة المرئية فانه يقال لها عدسة صلبية (Scleral Lens) ·
والعدسات الصلبية تطفو على طبقة رقيقة من السائل (الدمع) ، ويمكن ان تبقى في مكانها لمدة ١٢ ساعة . وتسمح الفتحات الموجودة في العدسة بتبادل غازي الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون .

يتبين من ذلك بان السطح الامامي للقرنية هو المهم للرؤيا ، وان العدسة لها اهمية ثانوية حيث انها تسمح بتغيير التركيز من جسم بعيد الى جسم قريب .

واذا فتحت العينان عند السبح تحت الماء فان الرؤية تصبح غير واضحة على الرغم من صفاء الماء . والسبب في عدم وضوح الرؤيا هو أن منسب انكسار الماء يكون مشابها للقرنية . ونتيجة لذلك فانها لا تعمل عند ذاك كعدسة ولكي تعمل كعدسة ، فانه يجب ان يكون امام القرنية هواء . فاذا استعمل قناع الوجه كي يحصر الهواء امام العين ، فانه يكون عند ذاك من الممكن الرؤية بوضوح اثناء السبح تحت الماء .

الدايوبتر (Dioptres) :

ان العدسات البصرية المستعملة امام العينين لتصحيح عيوب النظر توصف بوحدات تعرف بالدايوبتر (د) .

فالعدسة التي تركز جسما بعيدا في نقطة على مسافة متر واحد خلف العدسة يكون لها ديوبتر واحد . والعدسة التي تركز ذلك الجسم على مسافة $\frac{١}{٢}$ متر تكون قوتها ٢ دايوبتر . اما التي تركز على مسافة $\frac{١}{٣}$ متر فقوتها ٣ دايوبتر وهكذا .

وعلى ذلك فان قيمة الدايوبتر لعدسة هي عكس البعد البؤري بالامتار .

$$\text{قوة الدايوبتر} = \frac{١}{\text{البعد البؤري بالامتار}} = \frac{١٠٠}{\text{البعد البؤري بالسنتمترات}}$$

ان العين البشرية تركز الجسم البعيد على الشبكية على مسافة ١٦٩ر١ سم خلف جهاز العدسة . ولذلك فان قوة جهاز العدسة هي

$$\frac{١٠٠}{١٦٩ر١} = ٥٩ \text{ دايوبتر .}$$

ان ٤٣ دايوبتر من هذه القوة تمد من تحدب القرنية وال ١٦ دايوبتر الباقية بواسطة العدسة عندما تركز على اللانهاية (٤٣+١٦=٥٩ دايوبتر) وتزداد العدسة ثلاثة دايوبترات عند قراءة كتاب على مسافة $\frac{١}{٣}$ متر فيكون المجموع الكلي ٦٢ دايوبتر .

ان الاطفال الصغار لهم القدرة على زيادة قوة اعينهم + ١١ دايوبتر وهذا ما يمكن من تقديم نقطة التركيز من اللانهاية الى $\frac{١}{١١}$ مترا او ٩ سم ، ومثل هؤلاء الاطفال لهم القدرة على قراءة كتاب على مثل هذه المسافة باعينهم

ان القابلية على زيادة قوة دايوبتر العين للقراءة القريبة تقل بتقدم العمر فعند بلوغ سن ٥٠ـ٦٠ سنة فان هذه القوة تكون قد هبطت الى + ١ دايوبتر فقط وتكون اقرب نقطة مركزة واضحة هي ١ متر فقط (وهذا يعني ان الذراعين يجب ان يزيد طولهما على متر كي يتمكنا من مسك الكتاب او الصحيفة للقراءة)

وفي القراءة العادية على مسافة $\frac{١}{٣}$ متر فانه يحتاج الى زيادة + ٣ دايوبتر وحيث ان العين تمد + ١ دايوبتر من هذه الزيادة ، لذا فانه سيحتاج الى + ٢ دايوبتر اضافية بشكل نظارات . وللاعمال القريبة فانه يحتاج الى قوى اكبر

للشخص البعيد النظر جهاز عدسة في عينه ضعيف جدا في قوة الدايوبتر وهو يحتاج الى عدسات موجبة (محدبة) لزيادة قوة الدايوبتر . فلو فرضنا مثلا ان اعلى قوة هي ٥٩ دايوبتر فهذه لا بأس بها للرؤية البعيدة ولكنه سيحتاج الى عدسة + ٣ دايوبتر بشكل نظارات لكي يقرأ في كتاب

وللشخص قصير النظر عين ذات قوة دايوبتر قوية جدا فهو

يحتاج الى عدسات سالبة (مقعرة) لتقليل قوة الدايوبتر هذه . فلو اعتبرنا شخص قصير النظر ذو قوة دايوبتر دنيا ٦٢ دايوبتر ، فهذه القوة كافية لقراءة الكتاب ولكنه يحتاج الى عدسة ــ ٣ دايوبتر لتصحيح عيبه في النظر البعيد (٦٢ـ٣=٥٩ دايوبتر) .

ولحد الان فقط لاحظنا العدسات الكروية . ولكنه لعلاج اللابؤرية فانه يتطلب عدسات اسطوانية ولهذه العدسات قوة دايوبتر باتجاه واحد فقط . وتكون قوة الدايوبتر على الزوايا القائمة في هذا الاتجاه صفرا وان وصف العدسات الاسطوانية في حالات اللابؤرية لا تشمل فقط قيمة الدايوبتر للاسطوانة بل ايضا الزاوية التي يجب ان تركب بها بالنسبة للمستوى الافقي . ان التصحيح للابؤرية يتطلب ان يكون تركيب العدسة بالزاوية الموصوفة ، ولهذا السبب فان العدسات اللاصقة والتي تميل الى الدوران عند لبسها اثبتت عدم كفايتها لعلاج اللابؤرية ومعظم اللابؤريين يحتاجون ايضا الى تصحيح كروي اضافة لذلك .

بؤبــؤ العــين

THE PUPIL OF THE EYE

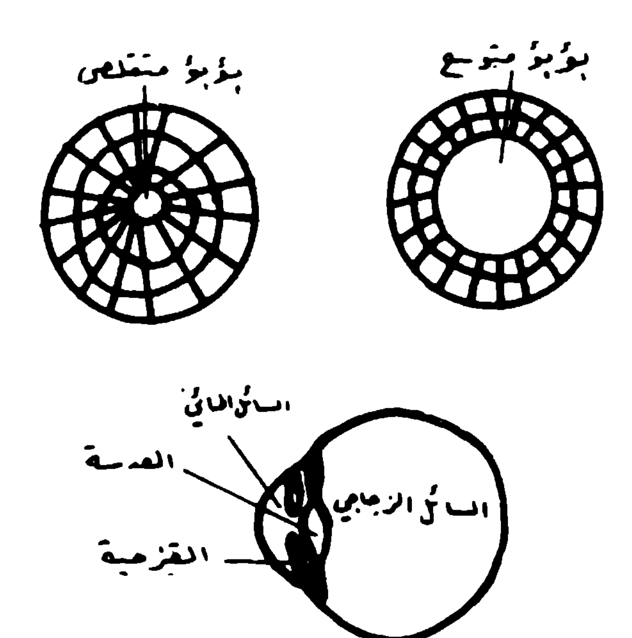
يسيطر على كمية الضوء الداخلة الى العين بواسطــة حجــاب القزحية . وتعرف الفتحة الدائرية بالبؤبؤ وتقع القزحية بين القرنية والعدسة (شكل ١٦٩) .

ان سعة حجاب القزحية ينظم كمية الضوء الداخلة الى العين (تماما كما يفعل في حالة الة التصوير) . اضافة لذلك فان الفتحة الصغيرة تمكن من تركيز الاجسام البعيدة والاجسام القريبة ورؤيتها بوضوح بنفس الوقت . وهذا يطلق عليه عمق التركيز الكبير (Great Depth of Focus). والفتحة الصغيرة كذلك تقلل من التحريف وتنتج صورة واضحة .

ان سعة البؤبؤ تنظم بواسطة الالياف العضلية الملســاء الدائريــة والكعبرية في القزحية نفسها ، وهذه الالياف العضلية تكون مجهزة باجهزة عصبية ودية ولاودية .

ان الالياف اللاودية تضيق البؤبؤ . وتسير هذه الالياف من العصب القحفي الثالث ، والالياف الودية توسع البؤبؤ ، وهذه تنشأ في الشدفة الصدرية الاولى وتترحل في العقدة العنقية العليا

ان العضلة الملساء التي تنظم سعة البؤبؤ يمكن رؤيتها في العمل . وهذه احدى الاماكن القليلة في الجسم التي يشاهد فيها تقلص العضلة الملساء . قف امام المرآة وغطي عينيك بيديك . فالظــلام سيــؤدي



شكل ـ١٦٩ـ ان الحجرة التي امام العدسة تكون مملوءة بالخلط المائي بينما تكون الحجرة التي خلف العدسة مملوءة بالخلط الزجاجي . وتكيف كمية الضوء الداخلة الى العين بواسطة حجاب القزحية وهذا يحتوي على الياف عضلية ملساء دائرية ومشعة . ان زيادة الفعالية الودية تسبب توسع البؤبؤ . بينما زيادة الفعالية اللاودية تسبب تضيقه (انظر شكل ١٣٥) .

بالبؤبؤين الى التوسع ابعد يديك ثم راقب التغييرات في سعة البؤبؤ ، فسيتضيق ببطىء ليأخذ سعة جديدة اصغر

والطريقة المستخدمة سريريا لفحص التفاعل البؤبؤي (Pupillary Reaction) هو بتسليط ضوء على العين من مصباح يدوي . ويطلق على تضيق البؤبؤ الحاصل منعكس الضوء (Light Reflex) . ويعمل البؤبؤان سوية ، لذا فان الضوء المسلط على عين واحدة سيسبب تضيق بؤبؤها وبؤبؤ العين الاخرى (المنعكس الاتفاقي Consensual Reflex)

يحصل تضيق البؤبؤ في الضوء البراق ، وعند النظر الى جسم قريب ، او عندما تصل الى العين فعالية لاودية كبيرة . ويحصل توسع البؤبؤ في الظلام وعندما تكون هناك فعالية ودية كبيرة مثل الاستفزاز العاطفي .

ان سعة البؤبؤ تعتمد على التوازن بين الفعالية الودية واللاودية (شكل ١٣٥) . لذا ان تضيق البؤبؤ قد يكون بسبب فعالية لاودية كبيرة، او بسبب فعالية ودية غير كافية . فالمورفين مثلا يحدث بؤبؤا كـــراس الدبوس وذلك لانه ينبه الفعالية اللاودية .

وان توسع البؤبؤ قد يكون بسبب زيادة الفعالية الودية او عدم كفاية الفعالية اللاودية . وتحتوي قطرات العين لتوسيـــــع البؤبـــؤ الهوموتربين (Homatropine) (والذي هو احد مشتقـــات الاتروبين) ، وهو يحصر الفعالية اللاودية والفعالية الودية غير المعاكســـة توسع البؤبؤ .

التقــــارب

CONVERGENCE

عند النظر الى جسم بعيد ، فان كلا العينين تنظران باتجاه مواز احدهما للاخر . وعندما ينظر المرء الى جسم اقرب ، فان العينين تذهبان الى الداخل كي تستطيعا من النظر الى نفس الجسم وهذه الحركة للمحور البصري الى الداخل يسمى بالتقارب . وهو يتم بواسطة عضلات خارجية تسيطر على حركة العين وخاصة بواسطة العضلات المستقيمة الداخلية (الانسية) والتي تدير العينين انسيا

منعكس التقارب (Convergence Reflex) :

تكون العينان اثناء الراحة متركزتين على اللانهاية . وعندما تنظر الى جسم قريب تحدث امورا ثلاثة

١ ـ تتقارب العينان
٢ ـ يتضيق البؤبؤان
٣ ـ ان ازدياد سمك العدسة يمكن من تركيز الجسم بصـــورة واضحة . واذا لم تشر العينان الى نفس الاتجاه فان الحالة تسمى بالحول (Squint) .

ان الاختلافات القليلة بين المحور البصري قد يصحح باستعمـــال عدسات بشكل الوتد امام العينين .

الخلطين المائي والزجاجي

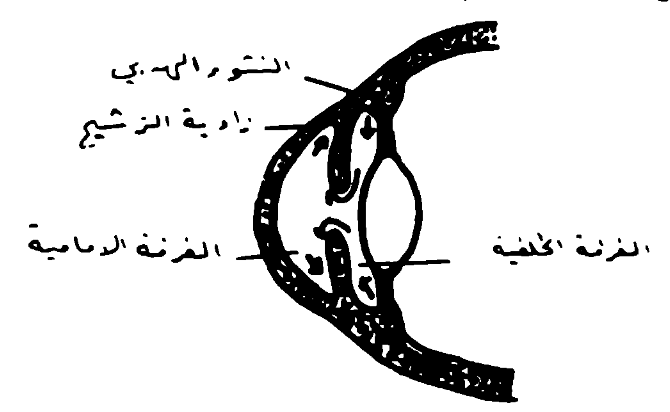
AQUEOUS AND VITREOUS HUMOURS

تكون الحجرة التي تقع امام عدسة العين مملوءة بسائل مائي يعرف

بالخلط المائي   والحجرة التي تقع خلف العدسة تكون مملوءة بسائل يشبه الهلام يسمى بالخلط الزجاجي .

ويفرز السائل المائي بواسطة النتوء الهدبي للجسم الهدبي والذي يقع في الحجرة الخلفية بين القزحية والعدسة   ويمر الخلط المائي من خلال الفتحة التي في القزحية ويدخل الى الحجرة الامامية بين القزحية ومقدمة العين (شكل ١٧٠)   وهو يمتص في زاوية الترشيح (Filtration Angle) الى قناة شليم (Canal of Schlemm) والتي تؤدي الى الاوردة .

ان ضغط الخلط المائي هو ٢٥ ملم زئبق فاذا زاد تكوين الخلط المائي اعادة الامتصاص فسيزداد الضغط داخل العين ، ويطلق على حالة زيادة التوتر داخل العين بالزرق (Glaucoma)وتحتاج هذه الحالة الى معالجة انية لمنع تلف النظر الدائم



شكل -١٧٠- تكون واعادة امتصاص الخلط المائي . يفرز الخلط المائي بواسطة الحديثة الهدبية في الحجر الخلفية . ويمر من خلال الفتحة فيالقزحية ليعاد امتصاصه فيزاوية الترشيح في الحجرة الامامية . لاحظ بان الحجرتين الامامية والخلفية تقعان معا امام العدسة .

ويجب الحذر عند اعطاء الادوية التي توسع البؤبؤ الى شخص عاني من الزرق   اذ ان التوسع قد يسد زاوية الترشيح حيث يحصل اعادة الامتصاص مما قد يسبب هجمة اخرى للزرق

الشبكية

RETINA

تتكون العناصر الحساسة للضوء في الشبكية من العصي (Rods)

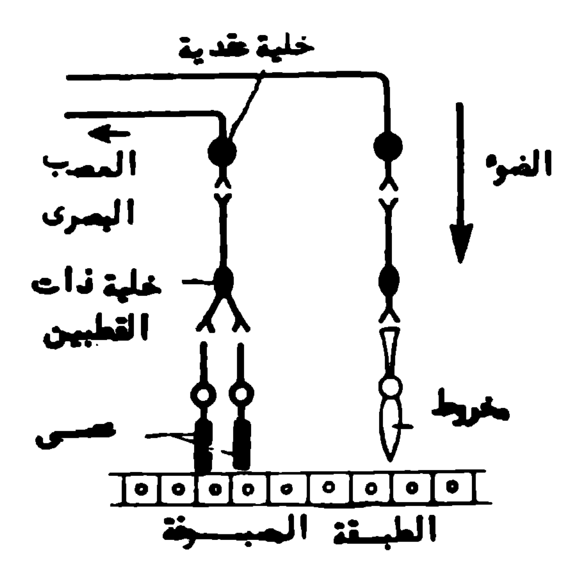
والمخاريط (Cones) (شكل ١٧١) وتستعمل المخاريط خلال النهار للرؤية الليلية فتعطي الاحساس بالظلال الرمادية فقط . لذا فاننا نكون عمى الوان عند استعمال العصي .

يكون الجزء المركزي للشبكية محشوا باحكام بالمخاريط وتتركز الصورة في هذا الجزء من الشبكية عند قراءة كتاب مثلا .

وعند النظر الى النجوم في ليلة مظلمة ، فاننا غالبا مانرى نجمة باهته اكثر وضوحا خارج زاوية العين من ان نراها مباشرة . وهذا بسبب وجود العصي في الرؤية المحيطية

منظار العين (Ophthalmoscope) :

عندما تنبسط العين تماما ، فانها تتركز على اللانهاية وتتركز اشعة متوازية واضحة من الضوء على الشبكية . فاذا تركت عينا الناظر والشخص على اللانهاية ، فانه من الممكن عندئذ للناظر ان ينظر مباشرة الى شبكية الشخص بوضوح . وعلى كل فان داخل عين الشخص مظلمة ويجب اضاءتها قبل أن تتمكن من رؤية التفاصيل .

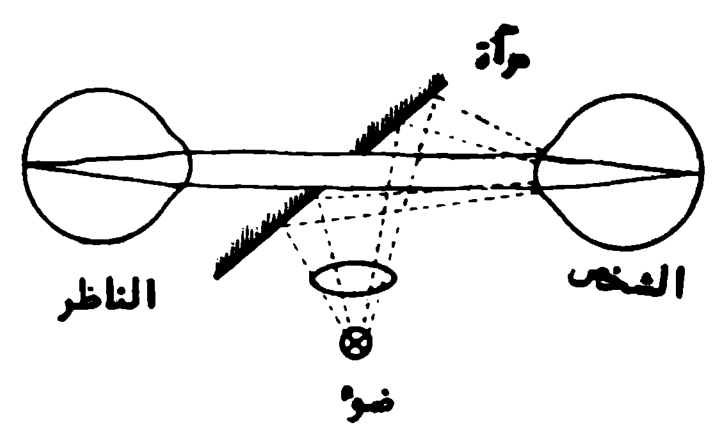


شكل -١٧١- تركيب الشبكية . تستعمل المخاريط لرؤية الالوان في النهار اما العصي فانها تستعمل لرؤية اللون الاحادي في الليل .
ويلاحظ بان على الضوء ان يمر من خلال خلايا العقدية والخلايا ذات القطبين ليصل الى العصي والمخاريط .

واساسا فان منظار العين جهاز لاضاءة الشبكية باستعمال بطارية ومصباح صغير (شكل ۱۷۲) . وللرؤية الطبيعية فان منظار العين يتكون من فتحة صغيرة للنظر من خلالها ومصدرا للضوء . وتوجـــد عدسات لتصحيح عيوب التركيز عندما يكون الناظر او الشخص يلبس النظارات الطبية اعتياديا .

وتشاهد البقعة كمنطقة بيضوية خالية من الاوعية الدموية . وهي اكثر احمرارا من بقية الشبكية ولها مركـــز مبيض (الحفيرة Fovea) . وهذه اوضح نقطة في الرؤيا .

وتدخل الاوعية الدموية والعصب البصري من القرص بالبصري . ويمكن للشريان البصري المركزي عادة ساق تنقسم الى شعبتين بزاويــة ۱۸۰ درجة . وللوريد المركزي عادة جذعان ويكونا على جانب الشريان . وتكون الشرايين في الشبكية اضيق واكثر احمرارا من الاوردة ولها خط خفيف مميز على طول الوسط وهذا هو انكسار ضوء منظار العين . وتنبض الاوردة بينما لا تنبض الشرايين عادة .



شكل ـ۱۷۲ـ مبدا منظار العين . عندما تركز العين الى ما لانهايايـة فانه تتركز اشعة متوازية من الضوء على الشبكية . واذا ركز كل من الشخص والناظر عيناهما الى ما لانهاية فانهما سيتمكنان نظريا من رؤية شبكية الاخر ، حيث ان اشعة الضوء تكون متوازية بين العينين . وفي التطبيق فان داخل عين الناظر تكون مظلمة لا يمكن معها رؤية الشبكية . بينما تكون شبكية الشخص مضاءة . وفي شكل منظار العين المرسوم ، فان الضوء ينعكس الى العين بواسطة مرآة . وينظر الناظر مباشرة من خلال فتحة في المرآة . ولمنظار العين عدسات لتصحيح عيوب البصر لكل الناظر والشخص .

وعادة يفقد خط الضوء عندما تمر الاوعية فوق حافة القرص البصري . وفي حالة خزب الحليمة البصرية (Papilloedema) فان الاوردة تكون مقطوعة بواسطة الشرايين عند تقاطعها وتكون الشرايين قد تضيقت وتظهر كسلك فضي . وقد يكون هناك نضح يشبه القطن .

بصر الالوان (Colour Vision) :

عند انفصال اللون الابيض الى مكوناته فانه يحصل على الطيف او قوس قزح . ورغما من كون العين مدركة جميع هذه الالوان ، فان الاحساس باللون يمكن الحصول عليه بثلاثة الوان فقط ، هي الاحمر والاخضر والازرق . وتستعمل هذه القاعدة في التلفاز والتصدير الملون حيث تستعمل ثلاثة الوان لانتاج كل مجموع الطيف .

تعتمد نظرية يونك هيلمهولز (Young-Helmholz) لبصر الالوان على وجود ثلاثة انواع مختلفة من المخاريط الحساسة لهذه الالوان الاساسية الثلاثة ، توضح مثل هذه النظرية الانواع المختلفة لعمى الالوان (Colour Blindness) . فتسمى حالة الشخص الذي لا يرى اللون الاحمر بالبروتانوبيا (Protanopia) وحالة الذي لايرى اللون الاخضر بالديتيرانوبيا (Deuteranopia) اما حالة الذي لا يرى اللون الازرق فتسمى بالتريتانوبيا (Tritanopia) وهي حالة نادرة جدا .

ويمكن اكتشاف وجود عمى الالوان باستعمال فحص بيان ايشيهارا لعمى الالوان(Ishihara Colour Blindness Test) والذي قد نظم بحيث ان الشخص يرى اشكالا او نماطا مختلفة عن الشخص الطبيعي .

تحول بوركنجي (Purkinje Shift)

يحدث في الظلام تغير من استعمال المخاريط الى العصي الاكثر حساسية وهذا ما يؤدي لان يظهر اللون الازرق اكثر لمعانا مقارنة مع اللون الاحمر وهذا ما يمن ملاحظته في نباب كالجيرانيوم ومشاهدة الاوراد الحمراء غامقة عندما تقل شدة الضوء . وذلك بسبب كون العصي اكثر حساسية في منطقة الازرق ـ ابلاخضر بينما تكون المخاريط حساسة في منطقة الاصفر ـ الاخضر من الطيف .

ان التغير من الرؤية الضوئية (Photopic Vision) (المخاريط) الى الرؤية الليلية (Scotopic Vision) باستعمال العصي فقط يحتاج الى ٣٠ دقيقة في الظلمة التامة . وهذا التغير من الرؤية المتكيفة

للضوء الى الرؤية المتكيفة للظلام يسمى بالتكيف للظلام . وهو يتأثر عندما يكون هناك نقص في فيتامين أ حيث ان مشتقا لفيتامين أ (الديهايد) يكون صباغ الارجوان البصري والذي هو ضروري للرؤية الليلية .

الرؤية بالعينين وبالعين الواحدة

BINOCULAR AND MONONOCULAR VISION

ان استعمال العينين للرؤيا لها ميزات على استعمال عين واحدة . فالعينان تعطيان مجالا بصريا اوسع وان عيبا في قسم من المجال لعين واحدة سوف لن يلاحظ لانه سيغطي بواسطة العين الاخرى .

ويمكن تصوير هذا بالعلاقة مع النقطة العمياء . اذ اننا عمى في كل عين على منطقة الشبكية حيث يدخل العصب البصري (القرص البصري) . ولكننا لا ندرك ذلك حيث ان العين الاخرى سترى الاشياء في هذه المنطقة .

ان النظر بالعينين يعطي صورة شبكية مختلفة قليلا في كل عين وهذا ما يعطي صورة منظورة واحساسا بحجم وشكل الاجسام . ويطلق عليه بالرؤيةالمجسمة (Stereoscopic Vision) . ان فعلالتقارب والرؤية المجسمة يمكنان من تقدير بعد الاجسام . اما بعين واحدة فان تقدير المسافة يتأثر كثيرا .

عيوب المجال البصري

VISUAL FIELD DEFECTS

على الرغم من ان النبضات العصبية من الحفيرة (Fovea) في كل عين تذهب الى المناطق البصرية لقسمي الدماغ ، فان المجالات الخارجية تذهب الى جهة واحدة من الدماغ فقط ، اي انهما يمثلان بجهة واحدة . ونتيجة لذلك ، فان افات المسالك البصرية قد تسبب فقد الجزء الخارجي للمجال البصري . وهذا ما يمكن الكشف عنه باستعمال مقياس مجال البصر (Perimeter) .

في الحالة الطبيعية عند النظر الى الامام ، فانه من الممكن رؤية الاجسام التي هي على اكثر من ٩٠ درجة من كل جانب . اي التي تقع قليلا الى الخلف على الجانبين . وفي جهة الانف فان المجال يكون محدودا بواسطة الانف .

ومجالات الرؤية هذه كثيرا ما تبتر اذا ما قطعت المسالك العصبية . ويستعمل نوع الفقدان البصري لتعيين منطقة حدوث الافة . فان افة في

(١) (شكل ١٧٢) والذي قد يكون بسبب ورم في النخامية يضغط على هذا الجزء من العصب البصري سيقطع المسالك العصبية من الجهات الانسية للشبكيتين . وتستعمل هذه المناطق من الشبكية للرؤية المحيطية . وسيفقد المريض الاجزاء الجانبية من المجال البصري كما لو كان مرتديا قناعا جانبيا .

وان افة في (٢) ستسبب العمى في عين واحدة تاركة بصرا طبيعيا في العين الاخرى .

اما الافة في (٣) فانها ستسبب فقدان البصر في كلا العينين على جهة واحدة من الجسم . فاذا كانت الافة في الجانب الايسر كما في (شكل ١٧٢ (٣)) فان المريض سيستطيع ان يرى الى الامام بمجال بصري طبيعي ايسر ، ولكن المجال البصري الايمن سيكون مظلما

حدة البصر (Visual Acuity) :

اذا ما فحصت صورة في صحيفة تحت عدسة مكبرة فانه سيرى بانها مكونة من سلسلة من النقاط . ولا يمكن رؤية هذه النقاط بالعين المجردة . وذلك لان حدة البصر في العين ليست من القوة لان تميز بين هذه النقط .

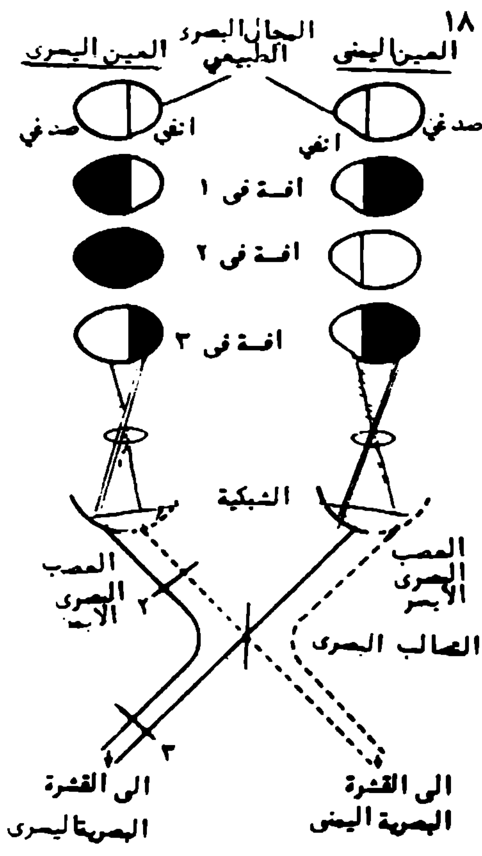
وتستطيع العين الطبيعية ان ترى نقطتين كنقاط منفصلة اذا تقابلت مع العين بزاوية مقدارها دقيقة واحدة على الاقل ($\frac{١}{٦٠}$ من الدرجة) .

وتعرف الحدة بواحد مقسوم على الزاوية معبر عنها بالدقائق فاذا كانت الزاوية الصغرى هي دقيقة واحدة ، فان حدة البصر تكون ($\frac{١}{١}$ = ١) ، بينما اذا كانت الزاوية الصغرى تساوي دقيقتين ، فتكون حدة البصر عندئذ $\frac{١}{٢}$=٥ر.

وتستعمل حروف الفحص لتعيين حدة البصر وهي تتألف من حروف سوداء على خلفية بيضاء وذلك بحجم وشكل بحيث ان كل حرف سيتقابل بزاوية مقدارها دقيقة واحدة اذا ما عرض الرسم من مسافة معينة مخصصة لكل سطر من الحروف

وللنظر البعيد فان هذه الحروف قد صممت اصلا لعرضها من مسافة تتراوح بين ٥ امتار الى ٦٠ مترا . والمسافة القياسية لعرض هذه الحروف الان هي دائما ٦ امتار . فاذا امكن قراءة خط الستة امتار فان

الرؤية ستكون $\frac{٦}{٦}$ واذا امكن قراءة خط الخمسة امتار الاصفر من المسافة القياسية ٦ امتار فان الحدة سيقال لها $\frac{٦}{٥}$ واذا امكن فقط قراءة حروف الثمانية عشر مترا الاكبر من هذه المسافة فان الحدة ستكون فقط $\frac{٦}{١٨}$.



شكل -١٧٣- ان المجالات البصرية تعين بواسطة مقياس مجال البصر . فيتقاطع الضوء عند دخوله العين بحيث ان الضوء الصادر من المجال الوحشي يسقط على الجانب الانسي للشبكية . بينما يسقط الضوء الصادر من المجال الافقي على الجانب الوحشي للشبكية . ان الافات في ١و٢و٣ تسبب عيوب مجالات بصرية مختلفة .

٢٢ ـ الاذن

THE EAR

يتكون الصوت من اهتزازات في الهواء وهذه الاهتزازات تختلف في التردداد من ٢٠ هرتز (دورة في الثانية) للنغمات العميقة الى ٠٠٠ر١٠ـ٠٠٠ر٢٠ هرتز (دورة في الثانية) للنغمات العالية جدا

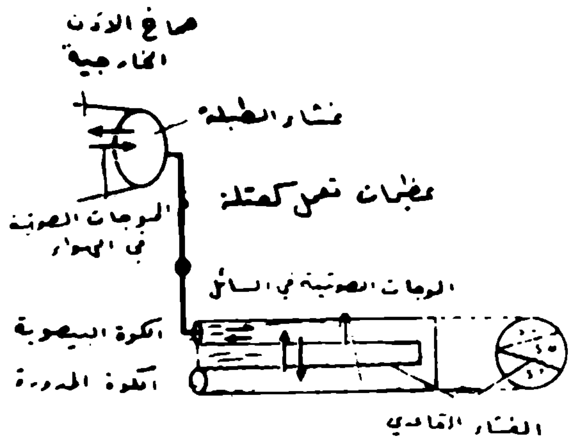
تجمع الاذن الخارجية (External Ear) الموجات الصوتية وتنقلها الى طبلة الاذن (غشاء الطبلة Tympanic Membrane) (شكل ١٧٤) .

وتوجد ثلاث عظيمات (Ossicles) في الاذن الوسطى (على الجانب الداخلي لطبلة الاذن) تعمل كعتلة وتنقل الاصوات الى الكوة البيضوية (Oval Window) للاذن الداخلية (Inner Ear) ٠ وتكون الاذن الداخلية مملوءة بسائل مائي . وهذا الترتيب يسمح لاهتزازات هوائية كبيرة لكنها ضعيفة لان تتحول في السائل الى اهتزازات اصغر لكنها اكثر قوة . ويطلق على هذه بمقارنة الاعاقة (Impedence-matching) ٠

تكون الاذن الوسطى مملوءة بالهواء وتتصل مع البلعوم الافقي عن طريق الانبوب السمعي (قناة اوستاكي) ويكون هذا الانبوب مغلقا في الحالة الطبيعية ، ولكنه ينفتح اثناء البلع وعند الانفتاح فان الضغط على الجانب الداخلي لطبلة الاذن يصبح مساويا للضغط خارجه وهذا مهم حيث ان الصوت يستطيع فقط ان يجعل طبلة الاذن تهتز بصورة صحيحة اذا ما تساوى الضغط على الجانبين واذا لم يكن الضغطان متساويين فسينتج الصمم

ان تغيرا فجائيا في الضغط الجوي سيسبب الصمم حتى يتساوى الضغطان مرة اخرى بواسطة البلع واثناء اقلاع الطائرة فانه غالبا ما يحدث انخفاض في الضغط كلما ازداد الارتفاع ، واذا لم ينفتح الانبوب السمعي فانه ستحدث مضايقة وصمم . والاطفال الذين هم اصغر من ان يفهموا هذا ، فانهم قد يعانوا من الم شديد لهذا السبب وان اعطاء الطفل حلوى لمصها هي احدى الطرق التي تضمن البلع المتكرر

واذا ما انسد الانبوب السمعي بالمخاط مثلا المصاحب ببرد في الراس فان الهواء في الاذن الوسطى سيمتص الى الدم وتنسحب طبلة الاذن الى الداخل مؤدية الى الصمم ويختفي هذا الصمم عند ازالة انسداد الانبوب السمعي



شكل -١٧٤- مخطط يبين كيفية عمل الاذن . تصل الموجات الصوتية الى غشاء الطبلة (طبلة الاذن) بشكل اهتزازات في الهواء . وتعمل العظيمات كعتلة حيث تحول الاهتزازات الكبيرة الضعيفة لطبلة الاذن الى اهتزازات صغيرة لكنها قوية للكوة البيضوية . وعندما تتحرك الكوة البيضوية الى الداخل ، فان الضغط ينتقل من خلال السلم الدهليزي (S.V) الى السلم الوسطي (S.M) ومن ثم الى الغشاء القاعدي والسلم الطبلي (S.T) وتبرز الكوة الدائرية الى الخارج . واهتزازات الغشاء القاعدي تحدث نبضات عصبية في العصب السمعي .

الاذن الداخلية

INNER EAR

تتحول الاهتزازات في الاذن الداخلية الى نبضات عصبية في القوقعة **(Cochlea)** . وتتكون القوقعة من سلسلة ملتفة حلزونيا مرتين ونصف حول عمود مركزي . والتركيب الكلي يشبه صدفة قوقعة ومن هنا جاءت التسمية **(Snail** = القوقعة)

تؤدي الكوة البيضوية الى الاول من هذه الانابيب الذي يعرف بالسلم الدهليزي **(Scala Vestibuli)** . وهو يمتلىء بسائل مائي يعرف باللمف الخارجي **(Perilymph)** والذي يشبه في تركيبه السائل المخي الشوكي .

ويفصل السلم الدهليزي عن السلم الوسطي **(Scala Media)** غشاء . ويمتليء السلم الوسطي باللمف الداخلي **(Endolymph)**

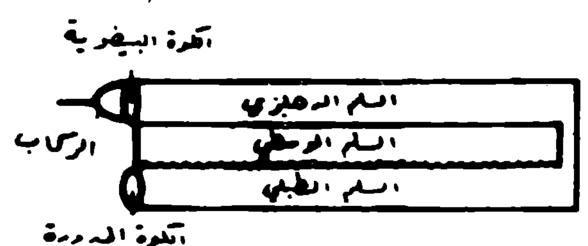
والذي يشبه ذلك الموجود في الخلايا وله تركيز عال للبوتاسيوم . وينفصل السلم الوسطي عن الانبوب الثالث ، السلم الطبلي (Scala Tympani) بواسطة الغشاء القاعدي (Basilar Membrane) .

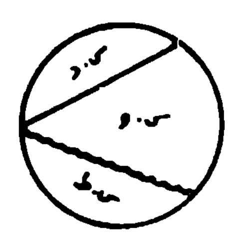
وتنتقل اهتزازات سائل السلم الدهليزي خلال سائل السلم الوسطي والغشاء القاعدي ومنه الى سائل السلم الطبلي (شكل ١٧٥) . وعندما تتحرك الكوة البيضوية الى الداخل فان الكوة الدائرية تتحرك الى الخارج وبالعكس .

ان اهتزازات الغشاء القاعدي هي التي تحدث النبضات العصبية في العصب السمعي ويكون الغشاء القاعدي قصيرا في قاعدته قرب الكوة البيضوية وهو يزداد حتى يصل حجمه الاكبر في قمة الحلزون .

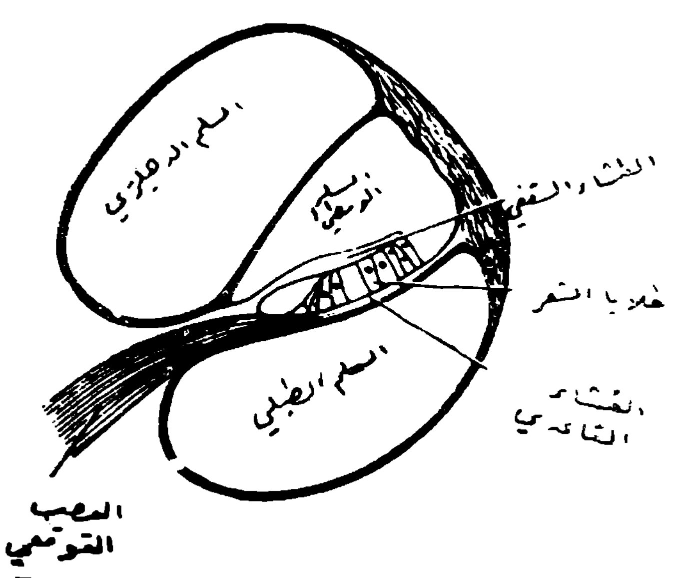
وتوجد النهايات العصبية في قاعدة الخلايا الشعرية لجسم كورتي (Organ of Corti) . وهذا يقع على الغشاء القاعدي (شكل ١٧٦). وتنطمر الشعرات نفسها في الغشاء السقفي (Tectorial Membrane) . ان الاصوات ذات الترددات الواطئة تسبب اهتزاز جميع الغشاء القاعدي . بينما تسبب الاصوات ذات الترددات العالية اهتزاز قاعدة الغشاء القاعدي القريبة من الكوة البيضوية فقط

وفي الترددات الواطئة تحدث النبضات العصبية مع كل اهتزاز للغشاء القاعدي ، ولذا فان الاحساس بدرجة الصوت تنتقل بواسطة ترددات النبضات العصبية





شكل -١٧٥- ان السلم الوسطي والسلم الطبلي تلتف حول عمود وسطي مكونة ٧٥و٢ دورة للقوقعة .



شكل ـ١٧٦ـ الغشاء القاعدي . للعصب القوقعي مستلمات حسية في خلايا الشعر على الغشاء القاعدي . وتوجد هذه الشعرات في الغشاء السقفي .
وتولد خلايا الشعر نبضات العصب السمعي .

وفي الترددات العالية فان جزءا من الغشاء القاعدي فقط ينتبه بواسطة الصوت وان الاحساس بدرجة الصوت تنتقل بواسطة نمط اهتزاز الغشاء القاعدي .

تمر النبضات العصبية عن طريق قسم القوقعة للعصب القحفي الثامن الى نوى القوقعة وهنا تتوقف العصبة الاولى وتبدأ العصبة الثانية وتتقاطع العصبة الثانية الى الجانب الاخر بواسطة الشريط الجانبي **(Lateral Lemniscus)** وتذهب الى البصلة السفلى **(Inferior Colliculus)** وتمر الى الجسم الركبي الانسي **(Medial Geniculate Body)** . وهنا تقف العصبة الثانية وتسير العصبة الثالثة من الجسم الركبي الانسي عن طريق الذراع الخلفي للمحفظة الداخلية الى القشرة السمعية (التغلب الصنفي الاعلى)

الصمم

DEAFNESS

ان الصمم بسبب صماخ الاذن الخارجية او الاذن الوسطى يطلق عليه الصمم التوصيلي (Conduction Deafness) . والاسباب الشائعة

هي :ــ

الشمع الذي يسد الصماخ السمعي الخارجي ، وضرر في طبلة الاذن ، وقصور في العظيمات لنقل الصوت من طبلة الاذن الى السائل في السلم الدهليزي وفي تصلب الاذن (Otosclerosis) قد يصبح الركاب (Stapes) ثابتا وتعالج هذه الحالة باستبدال الركاب ببديل بلاستكي ، والكوة البيضوية برقعة (من وريد) وتجري هذه العملية تحت المجهر

وحيث ان الصوت يستطيع ان يصل الى الاذن الداخلية عن طريق عظام الجمجمة ، فان الصمم التوصيلي لا يكون كاملا ابدا وفي الشخص الطبيعي فأن الاصوات المسموعة بالتوصيل العظمي تصبح اعلى عندما يوقف تأثير حجب (Masking) ضوضاء الغرفة باستعمال سدادة في الاذن . وهذه الحقيقة تكون اساس فحوص رينيه ووبير (Rinne's and Weber's Test) ويطلق على الصمم الذي يسبب مرض العصب السمعي بالصمم العصبي (Nerve Deafness) . والصمم في هذه الحالة قد يكون تاما .

فحوص رينيه ووبر (Rinne's and Weber's Tests)

عند اجراء فحص رينيه ,فانه توضع شوكة رنانة على النتوء الخشائي (Mastoid Process) حتى لا يمكن سماعها بعد ذلك بواسطة التوصيل العظمي . ومن ثم توضع قريبا من الاذن . وفي الشخص الطبيعي ، فانه سيستمر في السماع لفترة اخرى من الوقت بواسطة التوصيل الهوائي (رينيه موجب) . ولا يكون مثل هذا في الصمم التوصيلي (رينيه سالب) وفي الشخص الطبيعي فانه يتوقف عن سماع الشوكة الرنانة بواسطة التوصيل العظمي على الرغم من استمرار اهتزازها وذلك بتأثير حجب ضوضاء الغرفة الواصل عن طريق التوصيل الهوائي وفي حالة الصمم التوصيلي فان ضوضاء الغرفة هذا سوف لن يسمع .

وفي فحص ويبر ، فان الشوكة الرنانة توضع على قمة الراس . وفي الحالة الطبيعية فان الصوت يسمع بصورة متساوية في كلا الاذنين ولكنه اذا ما كان هناك صمم توصيلي لجهة واحدة فانه يسمع اوضح في تلك الاذن وذلك لان تأثير حجب ضوضاء الغرفة سوف لن يكون في ذلك الجانب

الديسي بيل (Decibels)

ان علو الصوت يقاس بالديسي بيل ويكون السماع حادا في حوالي ١٠٠٠ دورة في الثانية (= ١٠٠٠ هرتز) وفي مثل هذا التردداد فان صوتا

شدته ٢..ر. داين بالسنتمتر المربع (٢×١٠ $^{-٥}$ نيوتن بالمتر المربع) يمكن سماعه تحت الظروف المثالية وهذا يعتبر بداية مقياس الديسي بيل ويطلق عليه (صفر ديسي بيل) ومقياس الديسي بيل هو مقياس لوغاريتمي حيث ان كل زيادة لعشرة ديسي بيل تعني زيادة عشر مرات في قوة الصوت لذا فان ٢٠ ديسي بيل هي زيادة لمائة مرة وان ٣٠ ديسي بيل هي زيادة لالف مرة وهكذا

	ديسي بيل
عتبة	صفر
الكلام بالهمس	٤٠
ضوضاء المرور	٨٠
مثقب هوائي	١٢٠
اقلاع طائرة نفاثة	١٤٠

وتحدث الاصوات التي هي اعلى من ١٢٠ ديسي بيل الما اضافة للصوت

مقياس السمع (Audiometer) :

يقاس السمع على ترددات مختلفة باستعمال مقياس السمع . وهو يتكون من مذبذب الكتروني (Electronic Oscillator) متصل بزوج من سماعات راس مدرجة تدريجا خاصا . وبهذا الجهاز فان يمكن تسليط نغمة من اية طبقة او علو على اية اذن للشخص والذي يستطع ان يبين ما اذا كان الصوت مسموعا ام لا وبايجاد الشدة الصغرى للصوت الذي يمكن سماعه في كل ترداد ، فان سماع الشخص يمكن مقارنته عندئذ مع السمع الطبيعي وتعيين مقدار فقدان السمع . ان اية وسيلة سمع مثالية يجب ان تتقارن مع مقدار فقد السمع

كما ذكرنا فان الاذن حساسة اكثر الى ترددات بحدود ١٠٠٠ هرتز وتقل هذه الحساسية اذا ما هبطت الترددات الى ٢٠ هرتز وهذه الحقيقة تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم مقياس السمع فتقوى ترددات واطئة وعالية حتى يظهر لجميع الترددات نفس الشدة للاذن الطبيعية ، وينظم الجهاز حتى يمكن سماع جميع الترددات عندما يكون مسيطر الحجم على صفر ديسي بيل .

فاذا كان المريض اصما فانه سيقتضي تثبيت منظم الحجم على درجة اعلى كي يسمع ترددا معينا ويدرج منظم الحجم هذا الى ديسي بيل فوق الطبيعي .

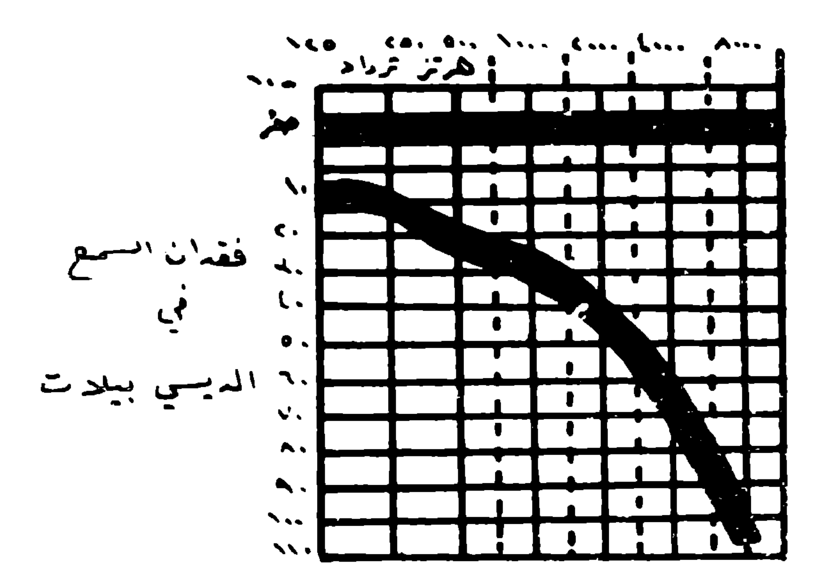
ويفحص السمع في كل اذن بترددات مختلفة وبرسم شكل بياني

فاننا نحصل على مخطط السمع ان (شكل ١٧٧) يبين مخطط سمع مريض بسمع طبيعي في الاذن اليسرى (١) ولكن بصمم للترداد العالي في الاذن اليمنى (٢) وللسمع بهذه الاذن فانه يحتاج الى حجم اعلى اكي تسمع الاصوات وانه في الترددات العالية الحقيقية فان الاصوات تسمع على الاطلاق

الجهاز الدهليزي

VESTIBULAR APPARATUS

تتكون الاذن الداخلية من قنوات هلالية ثلاثة واعضاء حصاة الاذن والكييس والشكوة وتستجيب القنوات الهلالية للتعجيل بينما الكييس والشكوة يستجيبان الى موضع الراس في الفضاء .



شكل -١٧٧- مخطط السمع ، ان كل اذن تفحص لايجاد مستوى الصوت الادنى التي تسمع بها الترددات المختلفة . ان الاذن اليسرى (١) لها سمع طبيعي . والاذن اليمنى (٢) لها صمم ترددادي .

٢٣ ـ حس التذوق والشم

SENSATIONS OF TASTE AND SMELL

الشـــــم

SMELL

ينشأ الاحـــــــاس بالشـــــم في الظهــــــارة الشميــــــة (Olfactory Epithelium) والتي توجد عاليا في منطقة غشائية مخاطية صغيرة جدا في التجويف الانفي في الانسان وتقع هذه المنطقة فوق مجرى الهواء الرئيس وان الهواء الطبيعي الداخل والخارج اثناء عملية التنفس لا يمر بهذه المنطقة ويحدث حس الشم بواسطة تيارات متعاكسة تحمل المادة ذات الرائحة الى المستلمات وبوجه الاستنشاق تيار الهواء مباشرة الى المستلمات .

والتجهيز العصبي لهذه الغشائية المخاطية الشمية هو العصب الشمي والذي هو العصب القحفي الاول .

ان حس الشم يظهر تكيفا سريعا ، وتحجب بعض الروائح بعضهـا الاخر

التـــــذوق

TASTE

توجد اربعة مستلمات للتذوق على السطح العلوي للسان تعرف ببراعم التذوق (Taste Buds) • وهذه المجموعة الاربعة من المستلمات تعطي احساسات الملوحة ، والحلاوة ، والحموضة ، والمرارة .

فمذاق الملوحة يعطى من قبل مادة ككلوريد الصوديوم ومـــذاق الحلاوة يعطي من قبل مادة كالسكر ومذاق الحموضة يعطي من قبل مادة كحمض الهيدروكلوريك ومذاق المرارة يعطى من قبل مادة كالكنين .

ان المستلمات الواقعة في مقدمة اللسان (مقدم الثلثين الاولين) تكون مجهزة بواسطة العصب اللساني والذي هو فرع من العصــــب القحفي الخامس ورغما من ان هذا العصب القحفي الخامس يجهز هذا الجزء من اللسان بالاحساس العام ، فان الياف التذوق تتركه وتمر عن طريق العصب الحبلي الطبلي (Chorda Tympani Nerve) لتتصل مع العصب الوجهي (العصب القحفي السابع) . والمستلمات الواقعة في مؤخرة اللسان

(الثلث الخلفي) تكون مجهزة بواسطة العصب اللســـاني البلعـــومي (Glossopharyngeal Nerve) والذي هو العصب القحفي التاسع.
وكثير من المذاقات هي في الواقع شم فاذا ما منعت الافرازات الناتجة عن برد في الراس من تنبيه الاغشـية المخاطية الشمية في الانف فان مذاق الطعام يتبدل

ان الطعام والرائحة الجيدة للطعام تنبه انتاج اللعاب ، والعصارة المعدية ، والعصارة البنكرياسية

وللتذوق فعل وقائي ، فكثير من السموم تبدل من طعم الطعـــام وبذلك تبين عن وجودها

وبطريقة معقدة ، فان الرغبة لطعام معين يكون مصاحبا باحســاس في الطعم والرائحة وفي الحمل تحصل رغبة ملحة غير طبيعية خاصة للطعام . ويمكن ان ينسب هذا الى التطور الماضي عندما كانت هناك حاجة لمثل هذا الغذاء .

وعندما ينقص الملح او عندما يكون المرء في قوت واطىء الصوديـوم فانه تحدث رغبة ملحة للاطعمة ذات المذاق المالح . فاذا لم يكن الصوديوم مسموحا ، فانه يمكن اشباع هذه الرغبة بتناول كلوريد البوتاسيوم او كلوريد الامونيوم وطعم هاتين المادتين مالح مشابه للملح ولكنهما ليسا مثله

وبطريقة مشابهة فان الرغبة الى المواد الحلوة مثل سكر العنب او سكر القصب يمكن تعويضهما بالسكرين (Saccharin) والسايكلاميت (Cyclamates) اللذين لا ينتميان الى السكر كيمياويا وليس لهما قيمة غذائية وهما يستعملان بدلا من السكر عند تناول قوت ذا سعرات حرارية واطئة .